República Oriental del Uruguay

# ANALES

DE

# LA UNIVERSIDAD

Entrega N.º 110

Administrador: JUAN M. SORÍN

AÑO 1921

MONTEVIDEO

IMPRENTA NACIONAL
1921

# ANALES DE LA UNIVERSIDAD

AÑO XXXI || MONTEVIDEO 1921 || ENTREGA N.° 110

K. WALTHER

## Estudios sobre el estado actual de la investigación geológica de la República O. del Uruguay

(Traducción ampliada de «Zeitschrift des Deutschen Wissenschaftlichen Vereins zur Kultur - und Landeskunde Argentiniens», tomo V. 6, Buenos Aires, por la señora A. Walther) (1).

El número de los investigadores que se han ocupado en el estudio geológico del país no es considerable. La primera labor que merece ser calificada de científica ha sido realizada en el año 1819 por D. A. LARRAÑAGA, pero recien fué conocida mucho más tarde cuando la publicó el difunto Director General del Museo Nacional, J. ARECHAVALETA (*20*). El resultado principal del folleto está en la comprobación de tres bancos conchíferos cerca de Montevideo de edad distinta y pertenecientes al Terciario superior. Poco después apareció la obra fundamental de CHR. S. WEISS (*49*) en la que el autor describe las colecciones efectuadas por FR. SELLOW durante los años 1821-27. Bien que las comunicaciones de WEISS requieren ser interpretadas hoy día — como es natural — en sentido distinto, incluyen sin embargo numerosos estímulos para ulteriores estudios. SELLOW limitó sus viajes de estudio no sólo al Sud del país, es decir, los de-

(1) Los números impresos en bastardilla se refieren a la lista de bibliografía que va al final de estas líneas.

partamentos que actualmente se denominan Minas, Maldonado, Canelones, Montevideo, Colonia y Soriano, sino que penetró en el Norte, en los departamentos de Paysandú y Salto, de donde se dirigió también a Río Grande del Sud. De los resultados más importantes citamos los siguientes:

La analogia que existe en la formación del Cerro y Cerrito cerca de Montevideo consiste en el hecho de estar constituidas ambas alturas de hornblendesquistos. Cerca de Las Piedras se encuentra una sienita colorada. «En el penúltimo día» del viaje de Sellow de Maldonado a Montevideo, se hallaron areniscas y «estratos de pizarra arcillosa transformada» que se parecen a novaculita. No hay duda que el autor hable del yacimiento aislado de la Formación de Gondwana en Piedras de Afilar. Variedad en la composición del Fundamento cristalino en la región de Minas (entre otras la aparición de itabirita). Hallazgo de los conglomerados gruesos y las areniscas en el A. Barriga Negra. Comparación de las rocas eruptivas de la región del Pan de Azúcar (Departamento de Minas) con los «pórfidos y sienitas» (entre otros el «Nadelporphyr» de v. Buch de Noruega del Sud). Descripción de los productos de los Departamentos de Colonia y Paysandú, conocidos hoy como de edad terciaria superior y compuestos de calizas y areniscas blancas y coloradas, en mayor parte calcáreas y conglomeráticas. Notificación de yacimientos fosilíferos. Abundancia de meláfidos y sus piedras amigdaloideas en el Departamento de Salto. Aparición de ágatas y amatistas. Estratificación alternativa de los mantos melafídicos con arenisca, la última considerada por Weiss, al igual de las «lignitas» brasileñas, como de edad terciaria. Hallazgo de sedimentos con restos de vertebrados en S. Gabriel (Rio Grande). Según la descripción deben representar los Estratos de Iraty, a semejanza de los yacimientos vecinos a los arroyos Capivary y Capané, afluentes del Rio Jacuhy, y junto al Paso S. Diego, en la frontera uruguayo-brasileña. Comprobación de conglomerados y areniscas más recientes sobrepuestas al Fundamento cristalino en Caçapava. Fundamento cristalino cerca de Bagé, Herval y del Cerro Aceguá (Departamento de Cerro Largo). El último capitulo de la obra se refiere a las colecciones de restos de edentates.

Una descripción detallada y dotada de varias láminas de los fósiles recientemente mencionados, publicó el alemán E. D'ALTON en 1834 (*1*). Se describen los huesos de la coraza y partes de las extremidades anterior y posterior.

De los resultados de las investigaciones de A. D'ORBIGNY en la América del Sud, publicados en el año 1849, únicamente siete páginas se refieren al territorio uruguayo. El autor hace mención de rocas cristalinas de la región de Montevideo y Maldonado como también de depósitos terciarios en el Departamento de Colonia. Los viajes de CH. DARWIN en el país (*9* y *10*) suministraron valiosas contribuciones.

D. se ocupa más detenidamente en el estudio del Terciario superior del Departamento de Colonia, siendo de especial interés la notificación del perfil de la Punta Gorda (infraposición de estratos marinos arenosos por limo colorado). DARWIN mantiene su observación determinadamente frente a las objeciones de A. D'ORBIGNY. Los depósitos terciarios silíceos son confundidos con los del Permotriásico. Descripción de rocas cristalinas de los Departamentos de Maldonado y Montevideo.

Desgraciadamente no alcancé a consultar la obra de G. AVÉ LALLEMENT «Reisen durch Südbrasilien» 1859 (*3*), al parecer de importancia con relación a la geología del Uruguay. De las publicaciones ulteriores del mismo autor debe ser mencionada una memoria que apareció en un principio en los Anales de la Sociedad Científica Argentina y reimpresa en *4*, en la que se hace notar la relación que existe entre rocas «dioríticas» y la aparición de yacimientos metalíferos. Hoy se conoce que las rocas nombradas en primera línea, representan en su mayor parte productos de diferenciación lamprofídica.

Sigue, en el ciclo de exploradores que voy enunciando, H. BURMEISTER.

En su «Reise durch die La Plata-Staaten» (*8*), aparecido en

1861, refiriéndose a SELLOW, WEISS, D'ORBIGNY y DARWIN, distingue 4 épocas geológicas (Arcaico, Terciario, productos volcánicos de la misma edad que ésta, y Diluvio). El rumbo de los esquistos cristalinos en Montevideo es de Este-Oeste. El Terciario que, según BURMEISTER, debe ser homologado con el Système guaranien de D'ORBIGNY, es descrito más precisamente y se hace especial mención de la arenisca sanguínea. La indicación de los fenómenos de silificación de las aguas del Río Negro es muy interesante. BURMEISTER llama la atención no sólo sobre los restos de edentates en el limo pampeano sino también sobre la abundancia de mastodontes. Por último se denota la aparición de bancos conchíferos subfósiles cerca de Montevideo de los que SELLOW, DARWIN y D'ORBIGNY han hablado anteriormente.

El ingeniero CH. TWITE (*27*) publicó en 1875 una breve memoria sobre los yacimientos de minerales y rocas de valor económico y llegó entre otras a la conclusión que los carbones brasileños son de edad paleozoica y que «los esquistos carbonosos y bituminosos de Cerro Largo representan en sentido geológico una continuación de la Formación de Candiota». En los años 1880 y 1881 aparecieron trabajos de C. GÜMBEL con relación a los famosos hidrólitos del Uruguay (*11* y *12*) y E. KOKEN describió en 1888 restos de un nuevo género de gliptodontes (*19*). Siento no haber podido consultar la memoria sobre el Brasil más meridional de A. HETTNER (*17*), publicada en 1891.

Fué mucho más tarde, en 1910 y 1911, cuando se inició una serie de publicaciones alemanas. En el año 1911 aparecieron trabajos de C. GUILLEMAIN y K. WALTHER que se ocupan por un lado de la geología de todo el país (*15*) y por otro, con más detalle, de la de algunas regiones de los Departamentos de Tacuarembó y Rivera (*30*) así como también de los alrededores de Montevideo (*31*). El autor nombrado en primer lugar que cayó en Bélgica, en calidad de combatiente alemán, víctima del primer año de la guerra, publicó sus observaciones, en forma más detallada, en otro lugar en el año 1912 (*16*).

Debo observar algo sobre la historia de la iniciación de las investigaciones de GUILLEMAIN.

En el año 1907, un abogado nacional, doctor A. AROCENA, resolvió equipar una expedición geológica corriendo de su cuenta y de la del malogrado A. SCHOLTZ las costas de la misma y encargando al preparador, recien fallecido, de la Sección Geologia de la Dirección General Argentina de Minas, Geologia e Hidrologia en Buenos Aires, A. FLOSSDORF, de someter a una investigación en primera linea el yacimiento de carbón que se supuso existiese en Cerro Largo. Fué de este modo que el Museo Nacional de Montevideo se vió en posesión de una colección de hermosas muestras características. Se permitió efectuar colecciones análogas, una de las cuales vino a formar parte del inventario del Instituto de Agronomia en Montevideo, encontrándose otras en La Plata, Munich y otras localidades.

Respondiendo al informe favorable de A. FLOSSDORF, el Depósito Alemán de Carbón llamó la atención de varias firmas comerciales, entre otras la Línea Hamburgo - América y el Sindicato de Carbón de Westfalia, sobre el asunto, resolviéndose encargar a C. GUILLEMAIN de una segunda investigación del problema. En compañia de A. FLOSSDORF y guiado por él, GUILLEMAIN emprendió en los años 1907 - 08 un viaje de estudio de siete meses de duración. Los resultados de la misma se han condensado en *16*, una memoria no muy clara — es preciso decirlo — y con algunas contradicciones y errores, en particular respecto a los datos que se refieren a localidades. Está acompañada por un mapa geológico general del pais en 1:2 500.000 de la que, por desgracia, la exactitud — también en lineas generales — es muy reducida.

A continuación van algunos de los resultados más importantes obtenidos por C. GUILLEMAIN.

De los productos del Fundamento cristalino (entre los que G. supone también equivalentes del Devónico) los criaderos metaliferos fueron los que mayormente atrajeron la atención. Han de mencionarse yacimientos de magnetita, comúnmente muy impuros, minerales de manganeso, itabiritas, piritas auriferas, galena y calcopirita. Como rocas eruptivas se enumeran granito, sienita, diabasa, pórfido y meláfido y se hace notar la relación de muchos yacimientos metaliferos con diabasas y «anfibolitas» (véase más arriba con motivo de AVÉ LALLEMENT). Los esquistos cristalinos están

representados por gneises, micacitas, filitas, mármoles y anfibolitas. En lo que respecta a los estratos de la Formación de Gondwana, G. señala en primer linea la aparición en el Uruguay de copiosas masas de maderas silificadas. De investigaciones practicadas por W. GOTHAN resulta que los restos de la referencia están caracterizados por la ausencia de las llamadas zonas de crecimiento («anillos anuales»).

Los productos más antiguos son rocas psefiticas, peloditas y esquistos cuarcíticos sobrepuestos por un banco conglomerático al que G. atribuye, por observar bloques pulidos y estriados, origen glacial y analogía no sólo con el Conglomerado de Orleans de WHITE sino con el de Dwyka en Sud Africa. Estos sedimentos se hallan sobrepuestos por areniscas que en parte incluyen concreciones de limonita arcillosa. Siguen luego pelitas bituminosas con *Mesosaurus brasiliensis*, análogas a los esquistos brasileños de Iraty. No se notan yacimientos carboniferos en el borde meridional de la cuenca sedimentaria (l. c. p. 246). Según G., los bancos que se observan aún en la frontera brasileña, poco después se terminan en punta, en dirección al Sur, y son substituidos por productos litorales (l. c. p. 265). Sobre los esquistos permotriásicos de Iraty descansan areniscas abigarradas arcillosas y calizas, estratos que a menudo encierran profusas concreciones de limonita. La exposición de GUILLEMAIN en el texto, el mapa y los cuadros de formación adjuntos, no están acordes en varios puntos y los dos perfiles en las figuras 5 y 6, siguen siendo de comprensión difícil aún después de visitar las localidades correspondientes. Para explicar la posición de los bancos carbonosos que se encuentran a uno (en la perforación l. c. p. 263, *37*, p. 92) y otro lado de la frontera brasileña, G. supone la presencia de una considerable alteración tectónica (véase más adelante).

Las areniscas más recientes, llamadas de Botucatú, y las rocas efusivas sobrepuestas han sido estudiadas únicamente de un modo somero.

Los resultados de las investigaciones del que suscribe han sido reunidos bajo el título «Líneas fundamentales de la Estructura geológica de la República Oriental del Uruguay» (*38*). De las publicaciones modernas que se ocupan de la geología del país, enuncio las memorias

del noruego R. MARSTRANDER [1] (*22* y *23*). En el primero de estos trabajos se describen las calizas cristalinas de la Sierra de Carapé con relación a su origen, composición y utilización, representando el segundo que ha sido conceptuado desde un punto de vista esencialmente práctico, una meritoria enumeración de los yacimientos nacionales de valor económico.

En último término citamos la tésis de K. WILLMANN «Zur Petrographie von Uruguay» (*42,*) aparecida en Munich en el año 1915.

Basándose en el examen de una parte de las rocas recogidas por A. FLOSSDORF (Departamento de Montevideo, Canelones, Maldonado, Minas y Treinta y Tres), el autor logra demostrar el importante hecho de encontrarse en el Uruguay, entre las rocas eruptivas, conjuntamente con representantes de la familia calcáreo-alcalina también miembros del grupo alcalino en forma no sólo intrusiva y efusiva sino de variados productos de diferenciación leuco y melanócratos. Un representante de estas últimas rocas ya se conoció anteriormente, procedente de la Playa Ramirez (cerca de Montevideo) por ejemplo (*31*, p. 44). Un paraje que se destaca por la belleza y variedad de las rocas eruptivas alcalinas es el del Pan de Azúcar; la nordmarquita colorada de La Paz cerca de Montevideo representa una roca conocida.

Al final de este párrafo deben ser mencionadas, aún cuando no se ocupan de la geología de nuestro país sino pasajeramente, ciertas obras que han de consultarse en pro del estudio geológico. Son éstas los trabajos de BORCHERT, BRANNER (*6* y *7*), FRECH, v. IHERING (*18*), [2] OLIVEIRA, ROTH, v. SIEMIRADZKI, STEINMANN, SUESS, WHITE (*41*) y WOODWORTH (*43*).

Ha sido la investigación alemana la que participó más activamente en la exploración geológica del Uruguay.

(1) Anteriormente miembro del Instituto de Geología y Perforaciones en calidad de ingeniero de minas.

(2) Se establece en este trabajo la bibliografía (hasta 1907) relacionada con los sedimentos argentinos del Cretáceo superior y del Neozóico.

## 1. Relaciones geológicas del país y bosquejo de su historia

Se entiende fácilmente que, en sentido geológico, el Uruguay figura únicamente como apéndice de su vecino del Norte, el Brasil. Los productos más antiguos que componen el zócalo del «escudo brasileño» (E. SUESS) se manifiestan en el Uruguay, antes de sumergirse en el Plata por debajo del limo pampeano, por última vez en considerable extensión y revelan rasgos que en parte recuerdan vivamente rocas brasileñas aparecidas en los Estados de Minas Geraes, Bahía y Goyaz (itabiritas, amplia dispersión de esquistos calcíferos semicristalinos, intercalación de minerales manganesíferos, aparición de rocas eruptivas del grupo alcalino, etc.). Tocante a los sedimentos paleozóicos intercalados entre el Fundamento cristalino y la llamada Formación de Gondwana de edad permotriásica, se nota en cambio una diferencia entre los dos países, señalándose en el Brasil en varios puntos estratos silúricos, devónicos y carboníferos, los que en el Uruguay no se conocen. Por el contrario, la analogía en la composición de la Formación de Gondwana es considerable, manifestándose por otro lado, de parte de los productos neozóicos más recientes, una aproximación a los yacimientos argentinos.

El carácter más saliente de la historia geológica del país reside en la ausencia casi completa de productos marinos. Los esquistos semicristalinos, que en parte se asemejan mucho a sedimentos eopaleozóicos, están al parecer exentos de restos de animales marinos; y las petrificaciones que aloja la Formación de Gondwana, son exclusivamente las de animales terrestres, contenidos en sedimentos de carácter fluvial, límnico y eólico. Bien que no es imposible que hayan existido, antiguamente, productos marinos eopaleozóicos y neomesozóicos, parece sin embargo que el país hubiera estado expuesto desde

remotos tiempos a fuerzas destructoras esencialmente continentales. Sabemos con seguridad que fué solamente en la edad del Terciario superior cuando el mar penetró en el continente en una extensión netamente local y limitada.

## 2. Configuración de la superficie

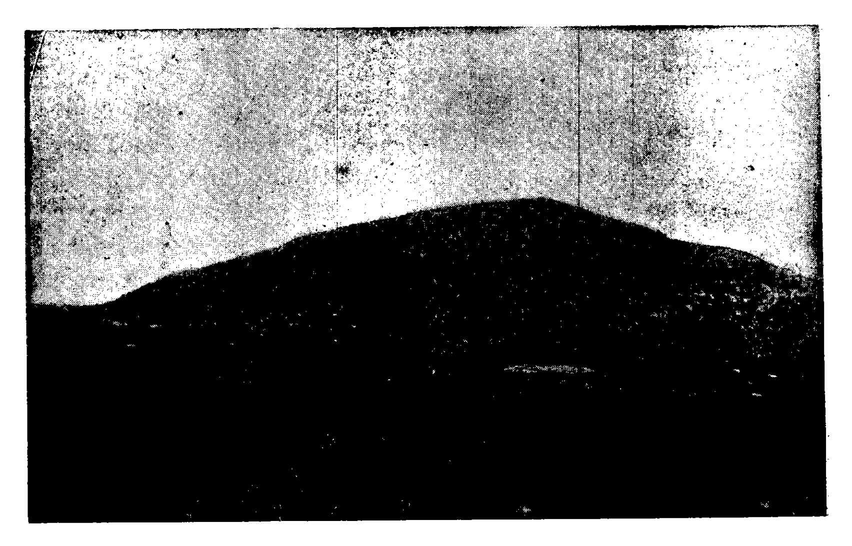
Respondiendo a la historia geológica del país, su superficie evita las bruscas diferencias de alturas (escasez de saltos). Son pocas las regiones, en el Sud y Este, por ejemplo, es decir las ocupadas principalmente por el Fundamento cristalino, que presentan alturas de cierta importancia como para ser calificadas de Monadnocks (Härtlinge). Entre éstas citamos el Pan de Azúcar en el Departamento de Maldonado [1], figurando como la más importante elevación del país, con unos 450 metros de altura [2]. Los paisajes totalmente llanos son, de lo contrario, raros y no se encuentran sino en la cercanía de las más considerables corrientes de agua o del mar. La superficie, surcada por una red de arroyos, ofrece por lo tanto, un aspecto ondulado, pobre en elevaciones de marcada dirección longitudinal. Lo que bajo el nombre de «cuchillas» se señala como tales—a menudo meramente esquemático — representa en el mayor número de casos el divorcio de aguas, aún respetado por la denudación. Únicamente en casos aislados se observa que la orientación de las lomas es primariamente determinada por la naturaleza de la roca y su arreglo tectónico (levantamiento de resistentes esquistos cristalinos o sedimentos). Asimismo es raro que la dirección de los cursos de los ríos corresponda a la de los estratos en los cuales han excavado su lecho (véase la zona entre la costa en Mal-

(1) Véase el bosquejo geológico del país en *38*, lám. 15.

(2) Según otros datos la elevación más considerable se encuentra en la Sierra de las Ánimas en el mismo departamento.

donado y la Laguna Merím junto a la desembocadura del Río Cebollatí).

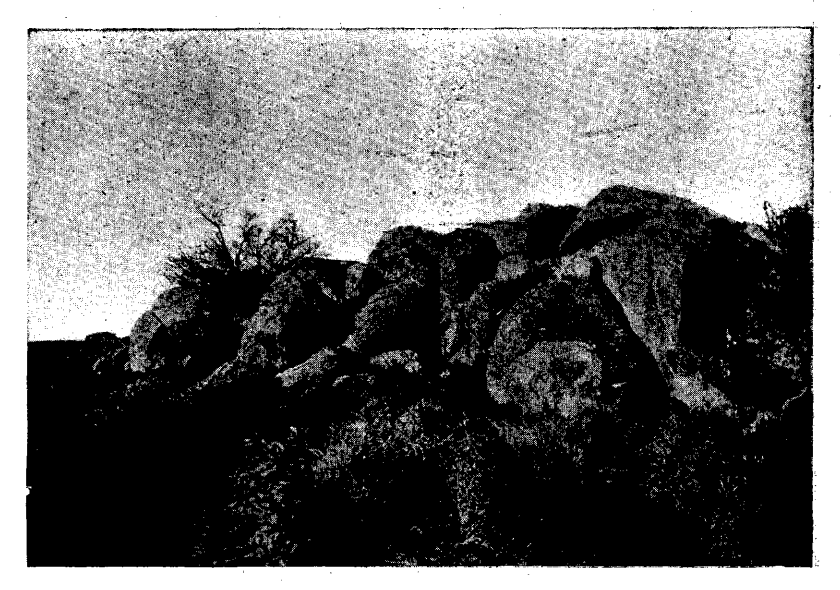
Los dos tipos esenciales de paisajes positivos presentan formas de domo o cúpula y mesa. El más fiel representante de la primera conformación citada que es muy profusa, es el ya mencionado Pan de Azúcar (fig. 1),



1. El Pan de Azúcar en el Dep. de Maldonado (Domo granítico-sienítico)

uno de los numerosos macizos granítico-sieníticos conocidos en la América del Sud bajo esta denominación. Cuando las rocas edificadoras en vez de representar una textura desordenada de sus componentes, tienen un aspecto esquistoso (gneis, cuarcita), la planta de la elevación, de común aproximadamente circular, se estira en eclipse resultando alturas en forma de ataúd (C. Campanero cerca de Minas). Cupuliformes se manifiestan los menudos «necks» de roca eruptiva más moderna (meláfiro) que penetran en el Norte del país a través de los sedimentos de las regiones más antiguas de la Formación de Gondwana. Debido a la destrucción de macizos graníticos se originan en abundancia por todas

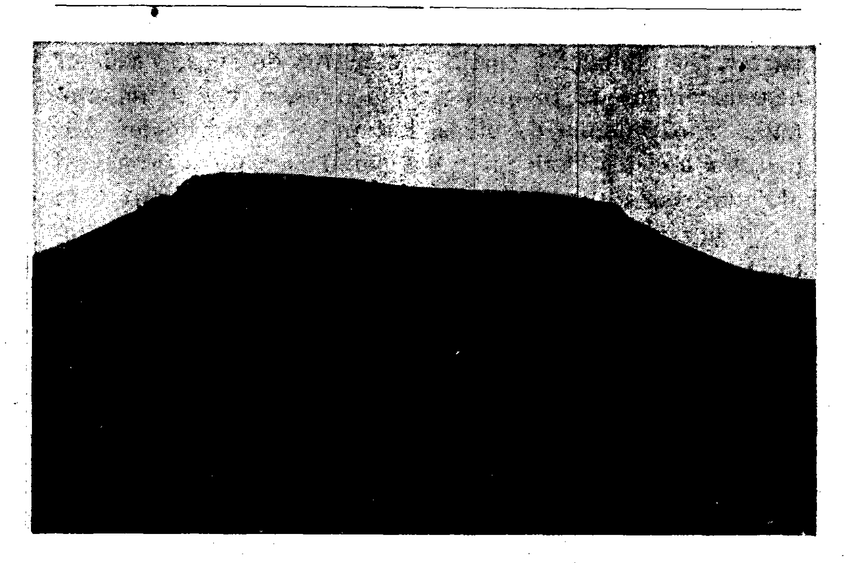
partes, los llamados castillos y mares de roca, es decir acumulaciones de bloques redondeados, a veces amontonados unos encima de otros, los que, a favor de los matorrales que los revisten y del sinnúmero de pájaros allí alojados, constituyen con frecuencia la única variación en el monótono campo ligeramente ondulado que caracteriza muchas regiones del país (fig. 2). Un paraje al



2. «Castillo de roça» (Granito del Dep. de Soriano)

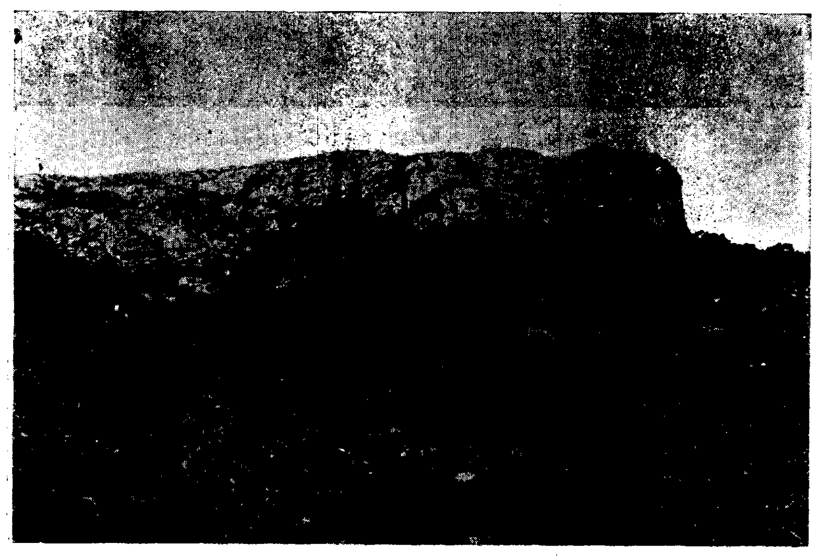
igual del que dejamos descripto, es motivado por una maciza brecha perteneciente tal vez al Fundamento cristalino (*38*, lám. 2, fig. 5). Da la vuelta por el pie de la Sierra de las Ánimas en el Departamento de Maldonado.

Los « cerros » mesetiformes se hallan ampliamente dispersos en el Norte y se les percibe hasta mucho más allá de la frontera brasileña. Es la forma adoptada aquí por sedimentos de posición horizontal (fig. 3) y rocas efusivas (meláfiros). La transición de la configuración de la superficie de las formas graníticas que se han descrito a las de formaciones más recientes se presenta muy bien



3. La altura más meridional de Los Tres Cerros en el Dep. de Rivera (Altura mesetiforme compuesta de arenisca)

a la observación durante un viaje en ferrocarril de Montevideo a la frontera brasileña. Las alturas talladas en los mantos sedimentarios y efusivos son los testigos de



4. El cerro de Arequita cerca de Minas (Altura mesetiforme compuesta de pórfido cuarzoso)

la extensión anterior de las rocas y de la denudación considerable que sufrieron, a excepción de unas pocas regiones predilectas en virtud de su ubicación. Las alturas mesetiformes que se presentan en el Sud del país son debidas a efusiones de antiguas rocas porfíricas (fig. 4).

Una monotonía análoga a la de la superficie del país se manifiesta en la configuración de la costa uruguaya, que bien se puede calificar de arquiforme y es consecuencia de movimientos epirogenéticos efectuados durante las distintas épocas geológicas hasta la actualidad.

## 3. Los terrenos geológicos

### A) EL FUNDAMENTO CRISTALINO

Se compone de esquistos cristalinos y rocas eruptivas que los atraviesan, una relación que ya se hace notar en las inmediaciones de Montevideo (*38*, lám. 6, fig. 13). En términos generales, el rumbo de la roca nombrada primeramente, es — y esto debe hacerse notar en oposición a GUILLEMAIN (*15*, pág. 204 y *16*, pág. 213) y de acuerdo con la observación de DARWIN en el Departamento de Maldonado — el orientado hacia NNE hasta NE, paralelo a la costa del continente. Esto se manifiesta con toda precisión en la dirección de los yacimientos de mármol, interpuestos en esquistos filíticos, abundantes en el E del país (*30*, lám. 15) [1]. El rumbo hacia NNE coincide con el «Système brésilien» de D'ORBIGNY [2]. Este plegamiento brasileño pertenece probablemente al terreno silúrico y puede compararse al plegamiento caledoniano. Como

(1) No es del todo imposible que se halle más hacia el W otra zona de mármoles con filitas igual a la de que nos ocupamos. No se le conoce hasta ahora sinó en sus dos componentes terminales extremos, el Cerro Calera (Departamento de Rivera) y Nueva Helvecia (Departamento de Colonia). La aparición de calizas cristalinas entre Cuñapirú y Corrales (en *38*, lám. 15 no indicado) en dirección SSW con relación al C. Calera habla a favor de la existencia de la zona en cuestión.

(2) Los escasos terremotos observados en el Brasil parecen presentar en parte una disposición NNE de sus epicentros.

se ha expuesto anteriormente, ciertas rocas semicristalinas desempeñan un importante papel por un lado en el Brasil del Norte, por otro en el Uruguay; O. A. DERBY atribuye a esta «Formación itacolumítica» en el Estado de Minas Geraes una edad cámbrica. Es verosímil que en el Uruguay se trate de depósitos algonquianos. Habla a favor de esta suposición la aparición de cuarcitas grunerito-magnetísicas análogas a los productos conocidos del Canadá y de los Estados Unidos. A no dudar existen además componentes más antíguos, pero evidentemente predomina el «Sistema brasileño».

El primer grupo de los esquistos cristalinos está constituído por gneises, gneises cuarcíticos, cuarcitas y cuarcitas filíticas. Las rocas enumeradas primeramente son en su mayoría de origen eruptivo como se desprende de estructuras de palimpsesto (relictos de textura) y productos de diferenciación filoniformes. Son posibles los errores de observación en ciertos casos en que — como cerca de Nico Pérez — el ortogneis se ha diferenciado, inclinándose fuertemente hacia el lado básico por formar «micaesquisto biotítico». De un modo semejante se originan, a partir de granititas porfídicas, gneises de ojo, y, por reducción de los componentes claros, «cloritoesquistos». Son estos productos aquellos en los que se insertan los filones de cuarzo aurífero cerca de Zapucay (Departamento de Rivera). Los paragneises de C. GUILLEMAIN (*16*, pág. 211) presentan distintos elementos constitutivos (granitos gnéisicos inyectados por cuarzo en el Departamento de Rivera, cuarcitas en los Cerros Valentín y Mulero — Departamento de Durazno). Una zona de cuarcita maciza y, de consiguiente, resistente a la descomposición, se ve intersecada cerca de la Estación Abra de Perdomo (*38*, bosquejo fig. 1) por la vía férrea de Montevideo a Maldonado. Filitas cuarcíticas de marcada hendibilidad plana son explotadas en la región de Minas (*15*, fig. 1) y Treinta y Tres.

Las anfibolitas, hornblendesquistos y cloritoes-

quistos, estos últimos de poca importancia, se presentan en una forma accesible al estudio cerca de Colonia y Montevideo. El material original de los dos primeros esquistos nombrados, consiste en una roca intrusiva dioríticogábbrica. Lo demuestra el carácter uralítico de la hornblenda, la comprobación de un yacimiento de gabbro dialaguífero y, en particular, el modo de hallarse unido, en el Cerro de Montevideo (*38*, lám. 14) por ejemplo, la anfibolita con el hornblendesquisto. En afloramientos de rocas hornbléndicas cerca de esta localidad se observa la interposición de zonas más oscuras, específicamente más pesadas y resistentes a la descomposición, en rocas más claras, a menudo fuertemente descompuestas por ser más ricas de feldespato. La conservación del Cerro de Montevideo, por lo tanto, es debida únicamente a la circunstancia de existir aquí un lente más voluminoso de hornblendesquisto que resistió a la denudación. Con motivo de su dureza, la roca del Cerrito es explotada, empleándose como pedregullo. La tenacidad del material se explica por el carácter fibroso («juncoso») de la hornblenda. Merece ser notada la aparición de apatita que dió motivo a notables conclusiones por parte de observadores nacionales (*38*, pag. 26). Las rocas hornbléndicas se transforman a veces en cloritoesquisto (clinocloro). En la región de Minas estos productos localmente muy limitados, con frecuencia no representan sinó lamprófidos filoniformes transformados.

Uno de los grupos más importantes de los esquistos cristalinos son las rocas que derivan en su mayor parte de sedimentos: micaesquisto, filita (filita grafítica, itabirita, filita calcárea) y mármol. Las primeras de dichas rocas son al parecer raras; el yacimiento más característico de un micaesquisto granatífero se halla en la cercanía de Montevideo. La cristalinidad más elevada de la roca localmente limitada comparada con la filita que a ésta va acompañando, se explica en la localidad en cuestión, así como en otros yacimientos en el país, por el metamorfismo originado por inyecciones cuarzosas,

derivadas de pegmatitas. Esta clase de metamorfismo se manifiesta especialmente en los esquistos hematíticos, de los que nos ocuparemos más adelante. Una repartición mucho más extensa que la de los micaesquistos poseen las filitas de las que se ha dicho anteriormente que aparecen preferentemente en una zona orientada hacia NNE en unión con calizas cristalinas. La región principia cerca del Río de la Plata (Piedras de Afilar) con rocas cuyo contenido de carbonato de calcio se ha transformado en epidoto mediante metamorfismo de contacto. La filita — una roca más a menudo sucia y muy deleznable — posee considerable extensión en los alrededores de la ciudad de Minas, además cerca de Polanco, Retamosa y el curso superior del A. Fraile Muerto como también del R. Tacuarí.

En varios lugares se encuentran esquistos carbonosos y grafíticos, en parte, es muy característico, poco cristalinos; no poseen importancia económica alguna. Filitas calcáreas forman la transición a mármoles calcáreos y mármoles dolomíticos. Según el tamaño del grano se distinguen cinco grupos. El primero es el de más dispersión y está constituído por rocas de sucios tintes rojizos y grises de carácter débilmente cristalino, que en forma de bancos, en su mayoría poco potentes, alternan con filitas durante vastos trayectos monótonos e improductivos. A veces la cristalinidad va aumentando mediante metamorfismo de inyección y la coloración de la roca se hace más clara hasta ser blanca como nieve. El grano sigue aún extremadamente fino. Un tejido algo más grueso (tamaño del grano 0,01-0,06 mm.) se manifiesta en el mármol calcítico de la cantera «General Burgueño» cerca de La Sierra, Departamento de Maldonado. Es éste el segundo grupo de mármoles, muchas veces mencionado en la prensa nacional, que se caracteriza por su color blanco de nieve con hermosas vetas unas veces figurando lenguas, otras cintas. El tercer grupo comprende rocas de estructura sacaroidea, de coloración variada y que a menudo albergan minerales accesorios del grupo anfibó-

lico. Una estructura típica de mosaico se nota en un yacimiento en el Departamento de Minas. La roca se reveló como pobre de magnesia. Gran extensión de las rocas en cuestión se observa en la Sierra de Carapé, entre los Departamentos de Maldonado y Minas. En este caso se trata exclusivamente de mármoles dolomíticos (*22*) de los que el valor económico es nulo. Los mármoles de Polanco ya conocidos por DARWIN, con acusada estructura sacaroidea, forman el cuarto grupo; pertenecen al último ciertas calizas cristalinas de grano grueso, las que se suponen sean originadas por metamorfismo de contacto y que sólo poseen extensión local. La transformación del carbonato original en mármoles es debida esencialmente al metamorfismo de contacto, inyección y presión.

El último grupo de los esquistos cristalinos (serpentina, epidosita y talcoesquisto) representa únicamente inclusiones. El esquisto talcoso de Conchillas (Departamento de Colonia) es de asombrosa pureza en sentido químico, lo que le valió su utilización en la técnica *(34)*. El producto debe ser interpretado como consecuencia de la sustitución metasomática de un mármol dolomítico, concepto que ha sido verificado por el resultado de una perforación (*38*, pág. 44).

De las rocas eruptivas del grupo alcalino-calcáreo de edad opaleozóica (prepérmica) hasta hoy no se conocen sinó los miembros más ácidos. La roca de más repartición está constituída por un granito biotítico que en muchos puntos tiende a la textura porfídica. Pórfidos graníticos fuertemente apizarrados, así como también, en particular, aplitas filonianas, se manifiestan en los alrededores de Montevideo. Los últimos productos se hallan aquí en íntimo contacto con filones pegmatíticos, desempeñando éstos un importante papel en todo el Sud del país. Exceptuando los considerables cristales de chorlo en el yacimiento del Dique Cibils cerca de Montevideo [1], aún

(1) Como suplemento a *38*, p. 51, menciono que el feldespato en el punto indicado está constituído por micropertita microclínica. Los tallos de albita se insertan paralela-

no se conocen minerales accesorios. Tampoco se sabe si existe mica de calidad y en cantidad digna de ser explotada a semejanza de la hallada en la Sierra de Córdoba. Los productos de diferenciación lamprofídicos abundan en todas partes. Así se han encontrado en Conchillas (Departamento de Colonia) espesartitas de aspecto parecido a kersantita y variadas rocas tanto en el Norte, cerca de Zapucay, como en el Sud en el Departamento de Minas, en su mayor parte fuertemente transformadas en Grünstein. Especial interés despierta la roca picrito-porfirítica muy descompuesta de Piedras de Afilar (Departamento de Canelones), por su considerable espesor y su marcada influencia en sentido contactometamórfico sobre los esquistos filíticos. Estos reposan a razón de procesos tectónicos sobre un yacimiento aislado de arenisca de Botucatú triásica (véase lo antecedente relativo a WEISS y *38*, pág. 12, fig. 2).

Entre las rocas efusivas ricas en $SiO_2$ deben mencionarse algunos yacimientos de «Tonsteinporphyr» de la región entre Minas y S. Antonio y particularmente los productos de la Sierra de las Ânimas (Departamento de Maldonado). Un aspecto igual a liparita ofrecen las rocas del C. Arequita (fig. 2) cerca de Minas de las que la masa fundamental en parte se presenta muy vitrofídica. También en el Norte entre Melo y la frontera brasileña cerca de Latorre, por ejemplo, aparecen considerables cantidades de cuarzófidos y ortófidos.

En lo que respecta a los representantes del grupo alcalino, de los que aún no se conoce la edad con relación a los granitos normales, etc., se han comprobado los miembros más ricos de $SiO_2$ en los alrededores del Pan de Azúcar. En el lado E de esta altura se manifiestan

---

mente al plano (010). La formación de maclas polisintéticas según la ley de albita está en parte ligeramente marcada, pero más a menudo esfumada o no existe. El ángulo grande de los ejes y la considerable oblicuidad de la extinción en (001) hablan a favor de la indicada clasificación del mineral. Los cuarzos, causantes de la linda textura de granito gráfico, son intercalados, de preferencia aproximadamente paralelos a la base de la microlina, y más recientes que los tallos de albita.

granitos nordmarquíticos a los que pertenece también la ya mencionada roca de La Paz. Al decir de WILLMANN, la hornblenda de estas rocas se parece por un lado a arfvedsonita y por otro, a barqueviquita-hastingista [1]. Se encuentran sienitas con el primer mineral nombrado en el lado S de dicha altura por ejemplo. Un análisis efectuado por K. WILLMANN muestra la relación característica entre el sesquióxido de aluminio y los álcalis. Como equivalentes efusivos se presentan keratófidos. Su séquito está formado por tinguaitas, paisanitas y lamprófidos muy variados. Una camptonita que asombra por su composición y la aparición de una salbanda distinta del centro del filón, se encuentra cerca de Montevideo en medio de un ambiente de rocas «pacíficas» [2].

Entre los productos del metamorfismo de contacto cito la hermosa piedra córnea epidótica de Piedras de Afilar que se originó a causa del contacto de filita calcárea con un yacimiento potente de una roca porfirítico-lamprofídica (véase arriba). La aparición, en la región de Minas, de piedra de corindón (Korundfels) intersertada en esquistos filíticos es considerada como producto del metamorfismo de contacto pneumatolítico (37).

## B) LA FORMACIÓN DE GONDWANA

Separados por una discordancia reposan en el Norte sobre el Fundamento cristalino sedimentos de edad permotriásica. En la mayoría de los afloramientos donde esta relación se presta a la observación, el zócalo está constituído por rocas graníticas, pero además hay casos aisla-

(1) No alcancé a observar una coloración azul de la hornblenda en los cortes microscópicos de La Paz que tuve a mano. Es únicamente la fuerte absorpción según $\beta$ que no deja de parecer extraña y que, en unión con los tintes de un pardo manchado verdoso según $\gamma$, posiblemente indica una aproximación al mineral catoforítico de un yacimiento cerca de Montevideo (véase más adelante).

(2) Con relación a la hornblenda gris azulada, verde y parda formando un componente esencial de la roca central, tengo que agregar que, visto al microscopio, resulta pertenecer por un lado a la arfvedsonita - barqueviquita, y por otro manifiesta carácter catoforítico.

dos en los que se observa una infraposición de los sedimentos por esquistos cristalinos. Una grosera brecha basal se ha comprobado en el yaciente de los sedimentos en el A. Barriga Negra (véase más adelante).

El horizonte de comparación más importante dentro de la Formación de Gondwana comprende los esquistos pérmicos de Iraty con *Mesosaurus brasiliensis*, perceptible a través de todo el territorio brasileño - uruguayo. Mientras que en el Brasil en el yaciente de estos sedimentos bituminosos aparecen los yacimientos carbonosos de los Estratos de Río Bonito, en el Uruguay este horizonte no aflora, razón por la que la determinación cronológica es muy dificultosa. Hay que atribuir una edad pérmica aún a los Estratos de Estrada Nova, en tanto que los Estratos de Sâo Bento sobrepuestos a estos en concordancia (1), representan esencialmente productos triásicos. Al parecer no existen en el Uruguay fósiles de origen marino cuya investigación detenida dará pie a la aclaración de la estratígrafía en el Brasil (2). Debido a ésto y la gran uniformidad de los sedimentos de origen terrestre (fluvio - lacustre y eólico) el límite indicado en *38*, lám. 15 entre el Pérmico y Triásico, aún no pretende ser exacto en sus detalles. En la obra indicada se ve también el borde meridional de la Formación de Gondwana hacia el Fundamento cristalino (en mayor o menor grado escondido por productos neozóicos). Dicha limitación,—en el Wfuertemente tapado por productos terciarios,—se pasa a partir de la región de Paysandú, tocando Villasboas (vía férrea

(1) Véanse los perfiles en la falda de los «Tres Cerros» (Departamento de Rivera).

(2) Según Euzebio Paulo de Oliveira se distinguen en el Brasil dentro del Pérmico dos fases muy distintas que denomina el Riograndense y el Paranense. En la primera, los Estrados de Itararé no poseen sinó insignificante potencia y no ofrecen productos de carácter tilítico. Es I. White (*41*, pág. 56) quien ya indica un perfil observado en ocasión de una perforación entre Florianópolis y Lagos (Sta. Catharina) en el que se ven estratos carbonosos de Río Bonito infrapuestos por productos esquistosos y arenosos de 120 metros de espesor. A estos siguen antes de alcanzar el granito, 152 metros de sedimentos de edad indefinida. Oliveira considera también los Estratos de Río do Rasto, es decir, el yaciente de los de São Bento, como pertenecientes aún al Pérmico.

de Montevideo a Rivera), hacia las nacientes del Arroyo Fraile Muerto (Departamento de Cerro Largo) y de aquí a la frontera brasileña cerca de Latorre. Dentro de esta región aparecen emergencias más considerables del Fundamento cristalino entre Cuñapirú y el Cerro Vicheadero (Departamento de Rivera) como también en el margen izquierdo del Río Negro cerca del C. Aceguá, mientras que algunos centinelas de la Formación de Gondwana destacados en el Sud,—señalando su antigua extensión más considerable [(1)],—están representados por los yacimientos aislados en el A. Barriga Negra (Departamento de Minas) y cerca de Piedras de Afilar.

Es muy posible que las rocas eruptivas de Serra Geral que se presentan en el yaciente de la Formación de Gondwana correspondan a los Volcanic beds de Sud Africa a los que se atribuye edad liásica [(2)].

En cuanto a la tectónica de la formación que estudiamos, y su relación con los depósitos brasileños, véase *38*, pág. 73 y lám. 16. Al parecer no existe un rumbo determinado de los estratos; los sedimentos descansan con más frecuencia total o aproximadamente horizontal, a excepción de la ya citada zona de alteración de Piedras de Afilar, orientada distintamente hacia NW. La arenisca que se halla encima del Fundamento cristalino se inclina bajo un ángulo mayor de 45° hacia SW. La inclinación local de algunos yacimientos de arenisca de Botucatú en los departamentos del Noreste—inclinación producida por la estratificación diagonal de la roca—y la consiguiente resistencia a la denudación encuentran sus equivalentes en la provincia argentina de Misiones.

(1) También algunos voluminosos restos de madera silificada encontrados en el Sud del país, parecen confirmarlo. Después de destruídos los sedimentos que anteriormente los albergaron, estos fósiles quedaron confinados al lugar de su original posición. Pero no es del todo imposible que hayan sido rodados desde la cumbre de una alta montaña, desaparecida posteriormente (compárese 41, pág. 391).

(2) De ser cierta la mencionada analogía de las formaciones volcánicas de Sud Africa con las de Sud América, resultaría la ausencia en el territorio brasileño-uruguayo de los equivalentes de los estratos réticos de Stormberg, que podría ser relacionado con el espesor muy variable del miembro de la formación sudafricana de que hablamos y con el origen de sus rocas.

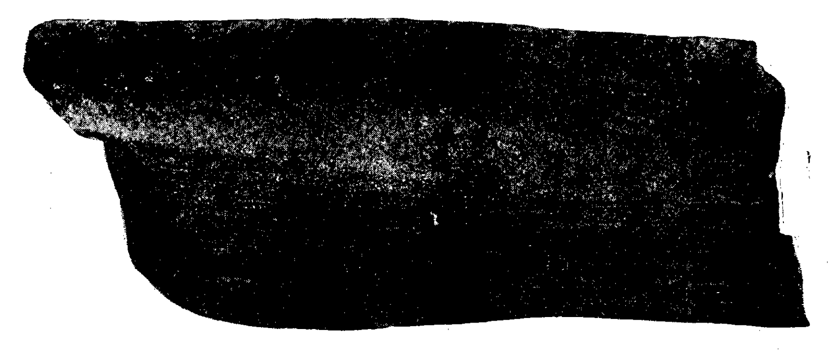
Las numerosas perforaciones efectuadas, así como el perfil natural en las pendientes de la Serra Geral, resultaron muy útiles para el estudio de la estratigrafía de la Formación de Gondwana en el territorio brasileño. En el Uruguay hacen falta los afloramientos que revelan la sucesión de los sedimentos en su totalidad. Los resultados obtenidos en las pocas perforaciones practicadas no deben ser aplicados a fines científicos sino con cierta reserva [1].

En lo que respecta a la extensión de los horizontes de la Formación de Gondwana en territorio uruguayo, diré que la analogía con las formaciones brasileñas explica el hecho de aparecer las partes más recientes en el Oeste y las más antiguas en el Este; pero además hay casos en los que en el Este, en algunas regiones, se han observado restos de sedimentos más modernos en el pendiente de estratos más antiguos.

A causa de la carencia de inequívocos productos glaciales y afloramientos de depósitos carbonosos, dentro de los Estratos de Tubarão (WHITE), no ha sido posible hasta hoy establecer subdivisiones en lo concerniente al Uruguay. Los sedimentos más antiguos, areniscas con intercalación de rodados gruesos, son de origen litoral y se encuentran inmediatamente en el borde meridional de la Formación en los Departamentos de Cerro Largo y Durazno. Simultáneamente aparecen, particularmente en el curso superior del A. Fraile Muerto, en los alrededores del Paso Tía Lucía, esquistos cuarcíticos y pelíticos finamente estratificados con huellas de reptación («Kriechspuren»). Con motivo de su coloración oscura se han confundido a menudo los esquistos nombrados últimamente con los más recientes y bituminosos de Iraty y estos a su vez con los depósitos carbonosos de Río Grande. Varios pozos antiguos cercanos al mencionado paso figuran como

(1) Como suplemento a *38*, pág. 79, debe ser agregado que gracias a la amabilidad del señor Senador doctor M. SUAREZ alcancé a consultar las muestras de la perfo-ra-ón que ha sido practicada en la ciudad de Melo (véase más adelante).

testigos de especulaciones realizadas a ese respecto. También en esta región se encuentran interposiciones clásticas, un yacimiento de rodados gruesos poco cementados inmediato al río, por ejemplo, y asimismo a cierta distancia, en un vallecito lateral llamado Laguna La Tuna, una brecha maciza. La interpretación de las psefitas que se mencionó anteriormente con motivo de la crítica de los trabajos de GUILLEMAIN, de ningún modo puede ser mantenida [1]. Unicamente pueden ser relacionados con los fenómenos glaciales, a lo más, ciertos sedimentos, que se manifiestan en capas ténues y sumamente homogéneas, constituídos por un material alternativamente más grueso o más fino (el «Bandschiefer» de GUILLEMAIN, *16*, pág. 241). Deben ser interpretados como depósitos procedentes de aguas muy tranquilas (aguas de fusión?)—pelitas cinteadas originalmente—y han sido designados como una ampliación de la nomenclatura de WOODWORTH (*43*) con el nombre de «desmopelodita» (fig. 4).



4. «Desmopelodita» proveniente del Dep. de Cerro Largo $\left(\frac{2}{3}\right.$ Tam. nat.$\left.\right)$

El espacio entre el Conglomerado de Jaguaricatú y el yaciente de los Esquistos de Iraty alcanza en los aflora-

(1) El término de «Conglomerado de Orléans» (I. WHITE) que al decir del mismo autor, no ofrece estrias glaciales, fué sustituído por WOODWORTH por el de «Conglomerado de Jaguaricatú» por el hecho de representar el primero un producto transportado por el agua (*43*, pág. 73).

mientos de la Serra Geral (Sta. Catharina), a partir de Minas hacia la altura, el importe de unos 250 metros. El valor correspondiente en el Uruguay es muy inferior a éste. En la frontera brasileña, el mencionado esquisto, según la perforación practicada, tiene infrapuestos aún 159 metros de sedimentos, no habiéndose encontrado productos clásticos de grano grueso. Pero a una distancia no mayor de 70-80 km. hacia SW se ofrece el hecho—fácil de explicar — de la disminución considerable del espesor de los estratos de manera que algunos horizontes han desaparecido (*38,* pág. 89). Esta suerte sufrieron especialmente los depósitos carbonosos de los Estratos de Río Bonito, intercalados en forma de cuenca, aumentando al propio tiempo su impureza en alto grado. En consecuencia, los dos bancos de esquistos carbonosos que se observan aún en el Río Jaguarão muy cercano a la frontera uruguaya, en la perforación de la Cañada de los Burros (Uruguay, de la frontera) están reducidos a un metro de carbón esquistoso muy impuro [1]. Y a una distancia no mayor de unos 40 km. hacia el Sud (en la perforación mencionada en la pág. 26, nota y en *38,* en la parte media de la pág. 94), no hay indicios de una interposición de valor económico [2].

El considerable espesor de los estratos en Melo cerca del borde de la Formación de Gondwana, sorprende tanto más cuanto en la Laguna de La Tuna el espesor de los Estratos de Tubarão no alcanza a los 150 metros. Ascendiendo a partir de los horizontes que se relacionan con los productos probablemente glaciales, se alcanza — cruzando en este paraje areniscas en parte arcillosas e incluyendo concreciones limoníticas, en parte formadas por granos flojos — el pendiente de los Esquistos de Iraty, los cuales no afloran. No se observan en ninguna parte notables dislocaciones.

(1) La roca incluye 38, 40 % de ceniza.

(2) Admitiendo la distancia de 90 metros entre el yaciente de los Esquistos de Iraty y el carbón (de Treviso?), observado en la perforación de la Cañada de los Burros.

Alcanzadas las partes más antiguas de los Estratos de Passa Dois, es decir los Esquistos de Iraty, nos encontramos en un horizonte geológico fácil de reconocer. Nos es indicado por el suelo poco permeable, recubierto por grandes cantidades de «chirca» y por un leve sabor u olor a petróleo del agua que aquí nace. En una perforación cerca de Tacuarembó en la que el espesor de la formación total no sobrepasa de 350 metros, el horizonte en cuestión posee un grueso de 188 metros. Se le percibe en todo el redor al pie de los Tres Cerros, esas características alturas mesetiformes que se destacan en alto grado del paisaje restante, teniendo sobrepuesto allí, esquistos areniscos que resultan de color carmín. Particularmente extensa es el área del Esquisto de Iraty en el Departamento de Cerro Largo, cerca de la frontera brasileña y en los alrededores de Melo, por ejemplo. La aparición en todas partes de banquitos de una caliza fibrosa, generalmente silificada, es muy característica; es éste un fenómeno que aumenta a medida que se aproxima al pendiente llegando hasta formar interposiciones de lentes y bancos calcáreos de reducido espesor. A menudo se encuentra también sulfuro de hierro. En sentido paleontológico este esquisto sapropelítico se caracteriza por la aparición no muy rara de restos de reptiles (*Mesosaurus brasiliensis* Mc. Greg. aff. *Stereosternum tumidum* Cope). El concepto según el cual se podrían extraer mediante el proceso de destilación cantidades suficientes de valor técnico del aceite de esquisto, aún carece de toda comprobación seria.

No es muy seguro que en el pendiente de los Estratos de Estrada Nova que ahora sigue, se pueda delimitar, en el Uruguay, un horizonte parecido al de la Caliza de Rocinha. En un sólo punto en el Sud del Departamento de Tacuarembó se han determinado bancos macizos de una caliza fétida que contiene restos de vertebrados. Por lo demás, se trata de estratos calcáreos dolomíticos de poco espesor, intercalados en sedimentos de composición extremadamente variada. Por consiguiente, entre las calizas y

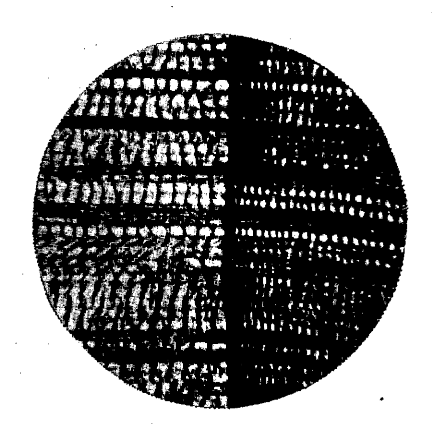
las verdaderas areniscas muy macizas hay toda una sucesión de estados intermediarios, en todos los grados posibles, actuando en la transición sedimentos arcillosos de mucha extensión. Los tintes de las pelitas son en parte de un rojo vivo, violeta o verde mohoso recordando partes del Keuperiano o Röt germánicos. De distancia en distancia, los estratos aprisionan grandes cantidades de concreciones limoníticas que en el camino de Melo a Artigas presentan una conformación sorprendentemente regular.

El carácter más importante e interesante de los Estratos de Estrada Nova está en su silificación y la aparición de considerables cantidades de concreciones silíceas. Un afloramiento de los más característicos, situado en Río Grande, ya ha sido descripto anteriormente; debe ser rectificada esta descripción por el hecho de no tratarse aquí de acompañantes de los Eruptivos de Serra Geral sinó indudablemente del horizonte en cuestión. Con motivo del origen de las soluciones silíceas y de la aparición en el Uruguay del verdadero llamado barniz desértico, véase lo dicho a ese respecto en *38*, pág. 114-116.

El hecho de coincidir la aparición de soluciones silíceas con la de maderas silificadas [1] ya había fascinado a White, Guillemain y otros, no habiéndose, sin embargo, conocido hasta hoy yacimientos autóctonos debido a la fuerza de resistencia de los fósiles y la rápida descomposición de los sedimentos que les alojan. Se ha llegado a efectuar en el camino de Melo al Cerro Guazunambí un hallazgo a ese respecto. Con motivo de su estructura, la muestra ofrece la ventaja de un perfecto estado de conservación, resultando casi supérfluo el practicar cortes microscópicos. De éstos y de preparaciones procedentes de otros hallazgos se puede emitir un juicio que está en oposición al de Guillemain-Gothan, mencionado anteriormente. En líneas generales dice que allá donde «la presencia de anillos anuales y demás caracteres estruc-

(1) En *38*, pág. 114 dice «solidificadas»; debe decirse «silificadas».

turales con toda precisión ya se hacen sensibles macroscópicamente de un modo tal que no pueden abrigarse dudas respecto a su comprobación mediante el examen microscópico», por lo tanto los anillos anuales existen efectivamente (fig. 5). No pueden ser «originados única-



**5. Madera silificada con anillo de crecimiento (Dep. de Cerro Largo, aum. 32 veces)**

mente por especiales condiciones de fosilización» (GUILLEMAIN l.c.), si se tiene en cuenta la nitidez con que se destacan, por ejemplo en la mencionada muestra autóctona. Compárese a ese respecto lo dicho al principio y además en *38*.

Antes de haber efectuado los viajes de estudio de los años de 1920 y 21, me ha sido imposible trazar un límite definitivo entre los Estratos de Passa Dois y São Bento (WHITE). El afloramiento que me pareció el más característico de los Estratos de Río do Rasto que forman el yaciente del grupo de São Bento, se encuentra junto al Cerro Guazunambí. Sobre macizas psamitas de estratificación diagonal se continúan areniscas arcillosas con una película de un rojo vinoso y tanto infiltraciones silíceas y limoníticas como interposiciones brechosas. Una amplia superficie de sedimentación se extiende al pie de la altura presentando muy lindas huellas de reptación y ripple-

marks. La roca está como salpicada con concreciones hematítico-limoníticas que, en parte, se desprenden fácilmente. La altura [1] misma que afecta forma de doble cono volcánico, es formada por dos eminencias de una cuarcita extremadamente maciza, brechosa, roca que podría considerarse como un producto secundariamente silificado u originado por el metamorfismo de contacto.

La arenisca de Botucatú aparece en el Este sólo en casos excepcionales como en los relictos de Piedras de Afilar, del A. Barriga Negra (con hermosos ripplemarks) y probablemente en un yacimiento tectónicamente alterado entre Melo y Artigas. La arenisca se distingue de los más antiguos productos parecidos, en sentido geológico por una sedimentación más marcada por la que se destaca en alto grado la configuración mesetiforme de la alturas (véase más arriba y *30*). Además resulta a menudo de color rojo de ladrillo o vino del que carecen las rocas del yaciente. Respecto a la pertenencia del sedimento al grupo de los horizontes en cuestión, existe perfecta seguridad relativo al Oeste del Departamento de Tacuarembó así como en los tres departamentos del Noroeste donde la roca está alternando con mantos melafídicos y a menudo ha sido metamorfoseada por el contacto con ellos.

Las efusiones napiformes de los Eruptivos de Serra Geral, el miembro más reciente de la Formación de Gondwana, poseen un área extraordinaria y se extienden por un lado, en el Norte, hasta más allá del Brasil, y por otro a través de las provincias argentinas de Entre Ríos y Misiones hasta el Paraguay. En forma de filones en parte de considerable longitud, y de cúpulas, aparecen rocas eruptivas de esta categoría ya en la región de los Estratos de Tubarão y Passa Dois, pero sin ofrecer en parte alguna la fisionomía de escorias groseras, característica de productos efusivos. La segregación de la roca en los mantos se verifica en bancos (*30,* lám. I, fig. 1)

(1) Con tiempo claro visible desde la línea férrea a Melo.

o columnas gruesas, pero especialmente en esferas de estructura concéntrica (*30,* lám. v, fig. 2). En la región de Tacuarembó se han observado dos mantos separados entre sí por bancos arenosos. En los departamentos del Noroeste, la arenisca retrocede frente a las rocas eruptivas.

El grano de la totalidad de rocas eruptivas (meláfido) pertenecientes a la Formación de Gondwana, es en algunos casos denso, por lo común más bien fino y nunca grueso. La coloración ofrece tintes oscilando entre un negro puro y un pardo rojizo. La estructura que más se



6. Almendra de ágata en meláfido descompuesto (A. Catalán, Dep. de Artigas)

observa, es la intersertal de que derivan modificaciones navíticas y augito-porfiríticas. Algunas rocas se distinguen por un contenido elevado de un vidrio oscuro, en particular un yacimiento del norte del Departamento de Salto. La tendencia de las rocas a formar una estructura vacuolar y escoriácea es muy profusa y las piedras de almendras que se originan de este modo, se encuentran en abundancia en estas regiones. Los rellenos silíceos de las

oquedades (ópalo, calcedonia, ágata, amatista) son de importancia económica; son minerales que a causa de su dureza resistieron a la destrucción que sufrió la roca madre (véase fig. 6) y rellenan los lechos de los arroyos. Las amígdalas de calcedonia comprenden también los famosos llamados hidrólitos que se encuentran esencialmente en un solo paraje. — A los productos de descomposición de los meláfidos deben referirse, además de considerables cantidades de masas limoníticas de color café oscuro, ciertos minerales verdes serpentínicos y «viridíticos».

### C) LOS TERRENOS NEOZÓICOS

El descanso inmediato de los sedimentos terciarios sobre los de la Formación de Gondwana no se alcanzó a observar en punto alguno. En cambio, se ha comprobado varias veces la infraposición de aquellos por representantes de los Eruptivos de Serra Geral en el Departamento de Río Negro, ocupado en su mayor parte por productos neozóicos. El hiatus entre los dos terrenos mencionados comprende — si es que a las napas efusivas puede atribuirse edad liásica — la mayor parte del Jurásico, Cretáceo y Terciario inferior. No se sabe si existen sedimentos que hayan sido destruídos antes del depósito del Terciario superior. Lo cierto es que la denudación preneogénea ha sido muy considerable.

El Terciario superior (1) consta de depósitos continentales con intercalaciones locales de naturaleza marina de manera tal que éstas descansan en parte inmediatamente sobre los productos preneogéneos, en tanto que localmente se hallan infrapuestos por depósitos continentales.

Según su origen se trata esencialmente de depósitos fluviales que avanzan en gran extensión hacia el interior

(1) Hago notar particularmente el presente párrafo por expresar una opinión formada con el apoyo de investigaciones más modernas, que en parte está en contradicción a lo dicho en *38*.

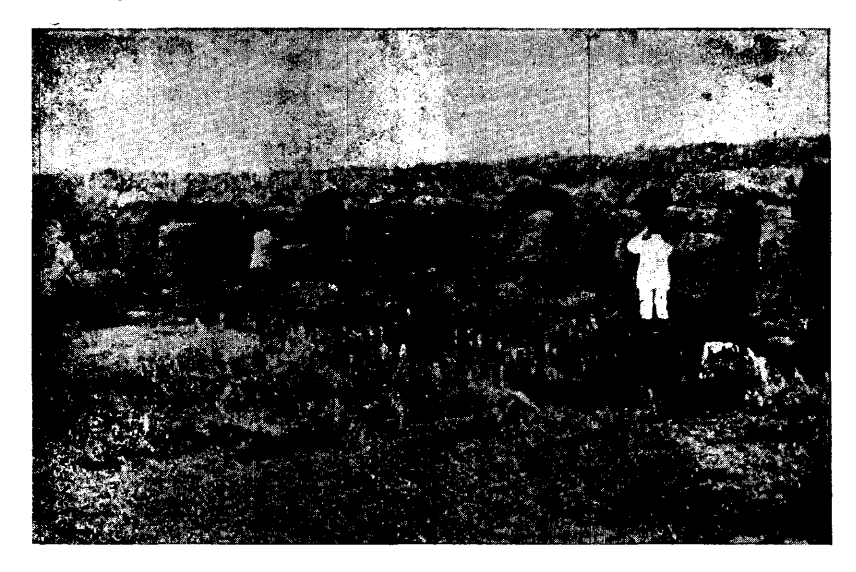
del país, en la vecindad más o menos cercana a las corrientes de aguas actuales. Los elementos de los estratos son arenas más o menos aglutinadas, de tintes claros y vivos y areniscas desde conglomeráticas hasta cuarcíticas con cemento tanto arcilloso y calcáreo como hidrohematítico (?) y silíceo. En el trayecto de Colonia, pasando Carmelo, hasta Palmira en el Río de la Plata, se trata en parte de productos marinos de distinta edad como lo demuestran los bancos conchíferos con *Ostrea aff. patagonica* D'ORB., cerca de Colonia y demás hallazgos de fósiles (en la Barra del A. San Juan) entre otros *Cardium robustum* SOL. (*C. magnum* REEVE), *Chione (Venus) Muensteri* D'ORB. sp. y *Nucula vuelchana* D'ORB.). Los bancos más recientes y por eso en posición elevada en el Cerro de San Juan (junto a la desembocadura del Arroyo de las Víboras) se componen de una arenosa caliza cristalina en la que se manifiestan restos del colmillo de un elefántide (Mastódon?).

Más arriba en el sistema del Río Uruguay y su afluente más importante, el Río Negro, no se conocen hasta hoy fósiles marinos. En cambio se han encontrado caracoles de agua dulce (*Strophochilus latescens* KING [1]) en bancos calcáreos poco más allá de la desembocadura del último río mencionado. La roca de que hablamos es explotada en varios puntos, en Mercedes sobre el Río Negro, por ejemplo. A lo largo de todo el Río Uruguay se manifiestan estos productos fluviales; son en parte fáciles de confundir con sedimentos de la Formación de Gondwana. No conozco fósiles marinos provenientes del Este de Colonia sobre el Río de la Plata; se trata aquí principalmente de arenas de tonos claros, en parte fuertemente arcillosas y areniscas flojas con interposiciones de rodados y caliza concrecionada (llamada «Tosca»).

Un interés especial requiere la parte de los estratos de que nos ocupamos, que se caracteriza por un lado por su vivo color rojo y por otro, por su considerable

(1) Esta clasificación la debo a la amabilidad del doctor H. v. IHERING.

dureza. Lo primero se explica por la presencia de menudas cantidades de un cemento de hierro hidratado, probablemente de composición turjítica y origen lateritoide; lo último aparece tanto más notable cuanto que se manifiestan simultáneamente con las rocas vivamente rojas (arenisca) grandes cantidades de productos silíceos de origen acuoso que o forman bancos independientes (como en el Arroyo Perico flaco) o más a menudo representan el



6. La «Gruta del Palacio» en el Dep. de Flores (Arenisca terciaria)

aglutinante de las areniscas y aparecen en grandes cantidades cuando sustituyen las originales substancias calcáreas. A tales procesos de sustitución deben ser referidas muy curiosas conformaciones de la arenisca roja tal como se presentan en varios puntos del país (Departamentos de Canelones, Colonia, Soriano, Paysandú [1], Durazno).

El más famoso de estos yacimientos es la «Gruta del Palacio», el presunto Palacio de los Indios en el Departamento de Flores (fig. 6). Las columnas y el techo con-

(1) Estación Piedras Coloradas de la vía férrea a Paysandú.

sisten en la arenisca roja, habiéndose formado las oquedades a causa de la desagregación de las arenas no impregnadas.

La edad que corresponde a los sedimentos descritos, en parte marinos, en parte fluviales derivados de grandes inundaciones, es la del Piso Paraneano (Formación de Entre Ríos). BORCHERT atribuye a éste edad pliocénica, S. ROTH, v. IHERING y otros una miocénica. El último autor funda su opinión en la comprobación de ser idénticas a las hoy vivientes únicamente el 19 a 21 °/o de las formas marinas que se encontraron. Al limo pampeano (al Mesopampeano de ROTH) que descansa encima, corresponde de consiguiente una edad pliocénica. Al decir del mencionado autor, se caracteriza en la Argentina por la presencia simultánea de *Typotherium* con *Glyptodon*, resp. *Panochthus* y *Mastodon*. Respecto al Uruguay no se conoce semejante contemporaneidad; en cambio, se sabe con seguridad que *Glyptodon*, resp. *Panochthus* (también el *Eleutherocercus* afín *(19)* y *Mastodon* representan las formas características del limo pampeano y no son del todo escasos en el país.

Surge el problema, negado tanto por D'ORBIGNY como por BORCHERT, de si en efecto — como lo describió DARWIN respecto a dos puntos en el Uruguay y lo constató ROTH con relación a partes de la Argentina — se encuentran o no en el yaciente del Piso Paraneano aún productos parecidos al loes, es decir, si la formación del loes se extiende hasta el Terciario o está confinado en el Diluvio (como en Europa).

La respuesta en lo concerniente al Uruguay se deduce de que depósitos terrigéneos aparecen efectivamente por debajo de las arenas fluvio-marinas pero que se trata mucho más de arenas que de loes. No es posible que se produzca una equivocación en la distinción de los dos productos, representando el limo pampeano un sedimento de grano extraordinariamente fino, de color pardo claro u oscuro con pequeñas concreciones calcáreas separadas

entre sí, de forma irregular (niños de loes), en tanto que el producto más antiguo está constituído por una arena arcillosa o margosa de tinte rojizo en la que aparece una caliza muy impura en forma de nódulos macizos paniformes que suelen sobrepasar aún el tamaño de una cabeza. DARWIN ha determinado muy justamente la edad relativa de este horizonte en la Punta Gorda, en tanto que yo opinaba anteriormente que se trata de terrazas de deyección, de manera que el depósito más cercano al actual Río de la Plata sea el producto más reciente. Por lo contrario resulta la arena rojiza ser un horizonte continuo — aunque fluviogéneo — y confinado a la vecindad de las corrientes de agua. A este reconocimiento ha contribuído en alto grado el perfil observado cerca de Tapia (*38*, pág. 153) en el que el limo pampeano se continúa hacia abajo con arenas blancas fluviogéneas y luego con la arena rojiza que incluye nódulos calcáreos.

Ascendiendo a partir de la Punta Gorda sobre el Plata en dirección SE hacia el Cerro San Juan, situado en el lado W de la desembocadura del Arroyo de las Vacas, atravesamos por lo tanto, los estratos que enumero en el cuadro adjunto.

| | | | |
|---|---|---|---|
| C. S. Juan | | 4. Limo pampeano pardo (1) | Mesopampeano |
| | | 3. Caliza arenosa, maciza, entre otros con *Chione Muensteri* y restos de un colmillo. | |
| P. Gorda | Declive débil | 2. Arenas fluviomarinas claras y calizas flojas con *Ostrea parasítica* y *puelchana*. | Piso Paraneano |
| | Declive rápido | 1. Arena rojiza arcillosa con nódulos calcáreos. | Eopampeano ? |

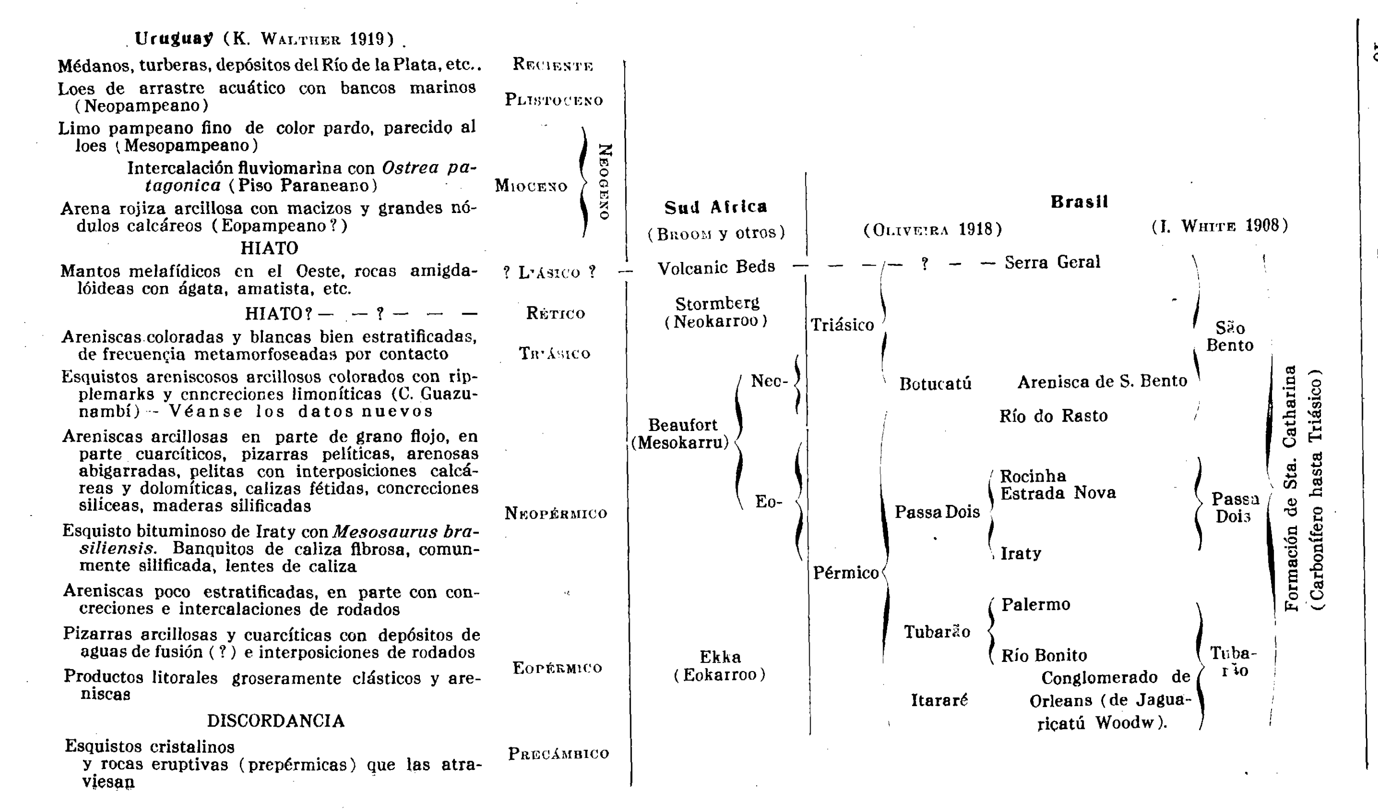
Una distinción del limo pampeano N.º 4 de sedimentos diluviales que deben ser considerados como limo de arrastre acuático (Postpampeano) se puede hacer hasta ahora únicamente cuando éstos se presentan en el pendiente de bancos conchíferos subfósiles (Cerro de Montevideo, Punta

(1) Es posible que el horizonte 3 también sea infrapuesto por el limo pampeano.

Carretas). Una enumeración de las conchillas que aquí se encuentran y pertenecientes en su totalidad a formas aún vivientes, da v. IHERING. Según este autor, bancos conchíferos análogos cuaternarios, se manifiestan también en la Laguna Merim, cerca de la ciudad de Jaguarão (frente a Artigas).

A los productos más modernos deben ser referidos los médanos movedizos en el litoral océanico y del Plata así como también la turba. Con motivo de esta última, que aparece en los Departamentos de Montevideo, Canelones, Maldonado y Rocha, hay que decir que se trata de un producto de marjales juncosos («marjales bajos»). Su valor económico es muy reducido a causa del elevado contenido de ceniza.

En proporción a la cantidad de substancias humíferas y al contenido en $Ca\,CO_3$ que hacia el yaciente va aumentando, el limo pampeano se ha dividido en sentido agrológico en suelo, subsuelo y suelo tosco.



| Uruguay (K. Walther 1919) | | Sud Africa (Broom y otros) | Brasil (Oliveira 1918) | | | Brasil (I. White 1908) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Médanos, turberas, depósitos del Río de la Plata, etc.. | Reciente | | | | | | |
| Loes de arrastre acuático con bancos marinos (Neopampeano) | Plistoceno | | | | | | |
| Limo pampeano fino de color pardo, parecido al loes (Mesopampeano) | Mioceno (Neogeno) | | | | | | |
| Intercalación fluviomarina con *Ostrea patagonica* (Piso Paraneano) | | | | | | | |
| Arena rojiza arcillosa con macizos y grandes nódulos calcáreos (Eopampeano?) | | | | | | | |
| HIATO | | | | | | | |
| Mantos melafídicos en el Oeste, rocas amigdalóideas con ágata, amatista, etc. | ? Liásico ? | Volcanic Beds | ? | | Serra Geral | São Bento | Formación de Sta. Catharina (Carbonífero hasta Triásico) |
| HIATO? — ? — — — | Rético | Stormberg (Neokarroo) | Triásico | | | | |
| Areniscas coloradas y blancas bien estratificadas, de frecuençia metamorfoseadas por contacto | Triásico | | | | | | |
| Esquistos areniscosos arcillosos colorados con ripplemarks y concreciones limoníticas (C. Guazunambí) — Véanse los datos nuevos | | Beaufort (Mesokarru): Neo- | | Botucatú | Arenisca de S. Bento | | |
| Areniscas arcillosas en parte de grano flojo, en parte cuarcíticos, pizarras pelíticas, arenosas abigarradas, pelitas con interposiciones calcáreas y dolomíticas, calizas fétidas, concreciones silíceas, maderas silificadas | Neopérmico | Beaufort (Mesokarru): Eo- | Pérmico | | Río do Rasto | | |
| | | | | Passa Dois | Rocinha<br>Estrada Nova | Passa Dois | |
| Esquisto bituminoso de Iraty con *Mesosaurus brasiliensis*. Banquitos de caliza fibrosa, comunmente silificada, lentes de caliza | | | | | Iraty | | |
| Areniscas poco estratificadas, en parte con concreciones e intercalaciones de rodados | | | | Tubarão | Palermo | Tubarão | |
| Pizarras arcillosas y cuarcíticas con depósitos de aguas de fusión (?) e interposiciones de rodados | Eopérmico | Ekka (Eokarroo) | | | Río Bonito | | |
| Productos litorales groseramente clásticos y areniscas | | | | Itararé | Conglomerado de Orleans (de Jaguariçatú Woodw). | | |
| DISCORDANCIA | | | | | | | |
| Esquistos cristalinos y rocas eruptivas (prepérmicas) que las atraviesan | Precámbrico | | | | | | |

## D) LOS YACIMIENTOS METALÍFEROS MÁS IMPORTANTES

Un grupo digno de mención de yacimientos metalíferos de valor económico en el Uruguay, es el de los filones, los rellenos irregulares de oquedades y los criaderos metasomáticos.

Se distinguen cuatro secciones según se trate de minerales de oro, cobre y plomo o de hierro o de manganeso, o, finalmente, de cobalto y niquel.

Filones cuarzosos auríferos (antigua formación de oro) se manifiestan tanto en la región de mayor extensión del Fundamento cristalino en el Sud como especialmente dentro de las islas cristalinas en el Departamento de Rivera. La posición de las dos localidades Cuñapirú y (Minas de) Corrales indica aproximadamente el rumbo de los filones que penetran un granito fuertemento cuarcificado acompañado por filones aplíticos y lamprofídicos. El metal noble se encuentra en parte unido a la pirita, en parte es libre. El criadero de Zapucay es muy análogo, siendo representada la roca madre por un granito diferenciado y transformado en «cloritoesquisto» (véase arriba). R. MARSTRANDER refiere la historia de esta minería y de los demás establecimientos que hoy día están abandonados en su totalidad.

Los minerales que acompañan al oro son calcopirita y galena. Algunos criaderos de cobre independientes conocidos ya en tiempo de la invasión española, aparecen en el Sud, en la zona de los mármoles filíticos (véase arriba) en el límite de los Departamentos de Minas y Maldonado, por ejemplo. La génesis de los productos no se ha podido aclarar con precisión. Puede ser que se trate — como tengo que manifestar en esta ocasión — de bandas de impregnación (fahlbandförmige Imprägnationen) de origen acuoso [1].

(1) Aquí como en relación a la mayoría de los yacimientos metalíferos del país, la explotación es dificultada o impedida a causa de la posición poco favorable del lugar correspondiente

Guías de cuarzo galenífero se hallan en la región de Minas. En el mismo lugar se encuentran en medio de los esquistos filíticos, también limitados yacimientos de minerales de hierro carbonático y oxídico, minerales metasomáticos según intercalaciones de caliza cristalina.

Importa mencionar por su posición geológica un pequeño criadero de manganeso negro terroso cobaltífero (Asbolan) en el límite de esquistos ortohornbléndicos y cuarcita (aplita?) en la cercanía del Cerro de Montevideo.

Los yacimientos metalíferos más importantes en sentido económico son los de hierro y manganeso en el Fundamento cristalino. Pertenecen a los primeros, yacimientos de itabirita en las nacientes del Río Santa Lucía. No han sido examinados aún con precisión, siendo sin embargo al parecer de valor práctico. En lo que respecta a su génesis, probablemente figuran como productos de metamorfismo de inyección. Especial interés científico requieren las cuarcitas magnetíticas que aparecen tanto en la vecindad de los últimos como en el Departamento de Maldonado, y que son cinteadas por una hornblenda grunerítica de color rubio dorado hasta colorado (*38,* lám. 7, fig. 17).

Más importantes para fines técnicos que estas cuarcitas, son los yacimientos de hierro-manganeso en el Departamento de Rivera que han sido temporalmete explotados, pero no examinados en detalle. Se trata de productos en parte primarios y en parte secundarios, siendo los últimos parcialmente ricos en $MnO_2$. El metal deriva de augita y granate manganesíferos, minerales que han de ser considerados, junto con la fuerte cuarzificación que se observa muy amenudo, como emanaciones hidrotermales. Antiguas interposiciones de calizas cristalinas, conservadas parcialmente, fueron substituídas de este modo. Un carácter semejante al del «skarn» parecen ofrecer los conocidos yacimientos de manganeso en el estado brasileño de Minas Geraes, analogía que ya se hizo notar en la iniciación de estas líneas.

## BIBLIOGRAFÍA

1) D'ALTON E. — Üb. die v. Herrn SELLOW mitgebr. fossilen Panzerfragm. aus d. Banda Oriental etc. — Berlin, 1834.

2) ANÓNIMO. — Ausfuhr v. Halbedelst. aus Uruguay. — Bergwirtschaftl. Mitteil. 1913, Berlin.

3) AVÉ LALLEMENT, G. — Reisė durch Südbrasilien. — Leipzig, 1859.

4) AVÉ LALLEMENT, G. — Apuntes mineros de la Rep. Oriental. — Revista de la Asoc. Rural, Montevideo, XIII, 1884.

5) BANKART, H. — The Gold Fields of Uruguay. — Journ. Royal Geogr. Soc. 39, 1869, pág. 339.

6) BRANNER, J. C. — Geologia Elementar. — Paris y Rio de Janeiro, 1915.

7) BRANNER, J. C. — Outlines of the Geology of Brazil to accompany the geol. map of Brazil. — Bull. Geol. Soc. of Am. 30, pág. 189, 1918.

8) BURMEISTER, H. — Reise durch die La Platastaaten. — Halle, 1861.

9) DARWIN, CH. — Geological Observations of South America, 1851.

10) DARWIN, CH. — A Naturalist's Vogaye. — 1888.

11) GÜMBEL, C. — Üb. die mit einer Flüssigk. erfüllten Chalzedonmand. (Enhydros) v. Uruguay. — Sitzgsber. Bayr. Ak. d. Wissensch. München, 1880, II, pág. 241.

12) GÜMBEL, C. — Nachtr.z.d.Mitt. üb. d. Wasserst. v. Uruguay etc· — Ibidem, 1881, 3.

13) GUILLEMAIN, C. — Der erste Versuch einer Geol. Karte v. Uruguay. — Peterm. Mitt. 56, 1910, II, pág. 306.

14) GUILLEMAIN, C. — Lagerstätten in der Rep. Uruguay. — Bergwirtschaftl. Mitteil. Berlin, 1910, pág. 189.

15) GUILLEMAIN, C. — Zur Geologie Uruguays. — Zeitschr. Deutsch. Geol. Gesellsch. Berlin, 63, 1911. Monatsber. pág. 203.

16) GUILLEMAIN, C. — Beitr. z. Geol. Uruguays. — Neues Jahrb. für Mineral., Geol. u. Paläontol. Stuttgart. 33, 1912, pág. 208.

17) HETTNER, A. — Das südlichste Brasilien (Rio Grande do Sul). — Zeitschr.d. Gesellsch.f Erdkunde zu Berlin 26, 1891, pág. 84.

18) v. IHERING, H. — Les Mollusques foss. du Tert. et du Cret. sup. de l'Argentine. — Anal. Mus. Nac. XV, Buenos Aires 1907.

*19*) Koken, E. — Eleutherocercus, Ein neuer Glyptodont aus Uruguay. — Abh. Preuss. Ak. Wiss., Berlin, 1888.

*20*) Larrañaga, D. A. — Memoria geol. sobre la formac. del Río de la Plata. — Anal. Mus. Nac. I, Montevideo, 1894.

*21*) Llambías de Olivar, A. — Relac. de un viaje a la barra de Pirahy; Informe acerca de la invest. geol. efect. en la Rep.; Informe ref. a los estudios efect. de las princip. cuencas carbonif. de Rio Grande. — Bolet. Inst. Geologia y Perf. 3, Montevideo, 1818.

*22*) Marstrander, R. — Los mármoles de Carapé. — Bolet. Inst. Geologia y Perf. 1, 1914.

*23*) Marstrander, R. — Informe prel. sobre las riquezas minerarales de la Rep. O. del Uruguay. — Bolet. Inst. Geologia y Perf. 2, 1916.

*24*) Marstrander, R. — Sketch of Uruguayan Geol. and Mining. — The Mining Mag. XIV, 6, London, 1916.

*25*) d'Orbigny, A. — Voyage dans l'Amérique méridionale. — III. 3, 1842.

*26*) Sievers, W. — Süd-und Mittelamerika. — 2. Aufl. 1914.

*27*) Twite, C. — Memoria sobre la Geologia de una parte de la Rep. del Uruguay, 1875.

*28*) Walther, K. — El Diluvio en los alrededores de Montevideo. — Revista Inst. Agron. Montevideo. 5, 1909, pág. 263.

*29*) Walther, K. — Rocas metamórficas con inclusiones de cal cerca de La Sierra. — Ibidem, pág. 273.

*30*) Walther, K. — Sobre areniscas y rocas efusivas en los Departamentos de Tacuarembó y Rivera. — Revista Inst. Agron. Montevideo 7, 1911, pág. 213.

*31*) Walther, K. — Las rocas cristalinas fundamentales de los alrededores de Montevideo. — Revista Inst. Agron. Montevideo 9, 1911. pág. 39.

*32*) Walther, K. — Sobre yacimientos geológicos de valor técnico en la Rep. O. del Uruguay. I. Mármol. — Revista Inst. Agron. Montevideo. 10, 1912. pág. 37.

*33*) Walther, K. — La edad geol. de las areniscas brasileño-uruguayas llamadas de São Bento. — Revista Minist. Indust. Montevideo. I, 6, 1913, pág. 17.

*34*) Walther, K. — Sobre yacimientos de valor práctico en la Rep. O. del Uruguay: Talco. — Revista Minist. de Industr. Montevideo II, 12, pág. 49, 1915.

*35*) WALTHER, K. — Sobre la edad y el carácter de la Formación Pamp. en el Uruguay. — Montevideo, 1915.

*36*) WALTHER, K. — El yacim. de piedra de corindón (Korundfels) del C. Redondo y el origen del esmeril. — Revista Inst. Agron. 2.ª Serie, 1918. 1, pág. 61; 2, pág. 52.

*38*) WALTHER, K. — Lineas fundamentales de la estructura geol. de la Rep. O. del Uruguay. — Revista Inst. Agron. Montevideo, 2.ª Serie N.º 3, 1918, Montevideo, 1919.

*39*) WALTHER, K. — Ueb.d. gegenw. Stand d. geol. Erforschung d. Rep. Uruguay. — Zeitschr. Deutsch. Wissenschaftl. Vereins z. Kultur-u. Landeskunde Argentiniens tom. V, 6, Buenos Aires, 1919.

*40*) WEISS, CH. S. — Ueber d. südl. Ende d. Gebirgszuges v. Brasil. in der Prov. San Pedro do Sul u. der Banda Oriental etc. — Sitzungsber. Ak. Wiss. zu Berlin 1827, Berlin 1830.

*41*) WHITE, I. C. — Relatorio Final da Comm. de Estudos das Minas de Carvão de pedra do Brazil. — 1908. I. Geologia (I. C. WHITE), II. Mesosaurus brasiliensis (J. H. MAC GREGOR), III. Plantas Fosseis (D. WHITE).

*42*) WILLMAN, K. — Zur Petrographie v. Uruguay. — Inaug. Diss München 1915.

*43*) WOODWORTH, J. B. — Geological Exped. to Brazil and Chile. — Bull. of the Mus. of comp. Zool. at Harvard Coll. 51, 1, 1912.

K. WALTHER

# Algunos resultados de las recientes investigaciones acerca de la estructura geológica del territorio nacional

El fin que me propongo al efectuar la presente publicación es dar a conocer las observaciones recogidas durante mis viajes realizados a principios de los años 1920 y 1921, completando al mismo tiempo dos de mis últimos trabajos *(15 y 19)* con algunos datos nuevos. De tales observaciones no me ocupo aquí sino someramente porque, en primer lugar, se publicarán con más detalle en un próximo trabajo que estoy redactando, y además, porque de los fondos estipulados en mi contrato del año 1919, destinados a la realización de trabajos científicos, hasta el presente no ha estado a mi disposición sino una suma muy reducida. El importe de $ 250 cubrió los costos de un viaje a los Departamentos de Tacuarembó y Rivera con el objeto de estudiar las piedras semipreciosas allá existentes (véase la relación de viaje por L. M. MIGONE, *8*, y mi informe *17*) y otra suma de $ 800 me facilitó a principios del año en curso tres viajes de estudios por los Departamentos de Río Negro, Tacuarembó, Rivera, Maldonado, Rocha y Minas.

Quede aquí nuevamente sentado mi reconocimiento efusivo al Ministerio de Industrias por haberme concedido estas sumas. Me complazco en recordar con satisfacción el hecho de que en Julio de 1921 bajo la dirección interina del señor Ingeniero agrónomo JOSÉ OTAMENDI se verificó el refuerzo indispensable del fondo mensual de la

Sección Geología del I. de Agronomía, de modo que el importe actual del mismo no dista mucho de alcanzar el de la suma fijada en mi contrato.

El trabajo arriba mencionado, en parte concluído ya y dotado de numerosas fotografías de paisajes uruguayos, llevará el título: « La configuración de la superficie de la República del Uruguay y de sus costas » y será destinado a suministrar las bases para el estudio, —hasta hoy todavía muy desatendido, —de la Geografía física del país. En mis dos publicaciones citadas anteriormente no me he ocupado mayormente de los confines entre la Geografía y la Geología, por cuya razón, en mis últimos viajes de estudio, he dedicado mi atención expresamente a este asunto.

Se tratará el tema aludido en tres grandes subdivisiones, de las que la primera es de naturaleza francamente geográfica descriptiva, enumerando las formas más importantes de la superficie terrestre, —y en particular las de este país y sus territorios limítrofes,—agrupadas según forma, situación, altura, etc. Además se dará una sinópsis, igualmente descriptiva, de las zonas de paisaje y vegetación y, finalmente, se atenderá la relación existente entre el paisaje y el agua, en estado sólido y líquido, especialmente en el límite entre continente y océano, es decir, el territorio costanero. La segunda parte capital, como es necesario para la comprensión de la tercera, es de naturaleza puramente geológica, suministrando un bosquejo compendiado de aquellas partes de la geología del país que son de importancia para su morfología. En esta ocasión se considerarán más de cerca también algunos de los resultados nuevos obtenidos por mí, que más adelante no pueden ser sino esbozados, agregándose, al final, una descripción regional del país por departamentos, respondiendo al estado actual de nuestros conocimientos. La tercera y última parte de la memoria será de naturaleza geográfica explicativa. Al finalizar su obra, el autor espera haber conseguido instruir al lector de manera tal que éste entienda el porqué de la configuración de la su-

perficie de nuestro país tal cual se nos presenta en la realidad. Estas indicaciones bastarán en lo que se refiere a los estudios geográfico-geológicos.

Pasando a la parte geológica de esas consideraciones, se hace notar que se ha dado un resumen de la historia de la investigación geológica del país en *19*.

He aquí los nombres de los autores que se han ocupado en el estudio de la geología del territorrio nacional: D. A. LARRAÑAGA, CHR. S. WEISS, E. D'ALTON, A. D'ORBIGNY, CH. DARWIN, G. AVÉ LALLEMENT, H. BURMEISTER, CH. TWITE, C. GUEMBEL, C. GUILLEMAIN, K. WILLMANN Y K. WALTHER.

Los terrenos geológicos del país son los siguientes:

3) El Neozoico
(Mioceno hasta Aluvio)
2) Formación de Gondwana
(Pérmico hasta tal vez Jurásico y más moderno)
1) Fundamento cristalino
(Arcaico hasta tal vez Cámbrico)

No sería imposible que los restos del Terreno devoniano, que en el estado brasileño de Paraná han proporcionado una serie de fósiles característicos bien conservados, se encontrara entre nosotros a fuerza de minuciosos estudios geológicos. Hasta el presente no se conocen datos referentes a ello, de modo que ignoramos si el importante hiato que separa la parte más reciente del Fundamento cristalino del yaciente de la Formación de Gondwana haya sido o no interrumpido por un corte período de invasión marina. Lo mismo son inseguros nuestros conocimientos respecto de la limitación de la Formación de Gondwana hacia arriba. Faltan aquí los vestigios precisos de las capas neomesozoicas. La subdivisión del Neozoico debe tomar como base en primera línea las investigaciones de exploradores argentinos, de las cuales merece especial mención una reciente publicación de S. ROTH (*13*).

## 1) EL FUNDAMENTO CRISTALINO

Compuesto de esquistos cristalinos y rocas eruptivas hace reconocer en su disposición el rumbo NE a NNE, particularmente manifiesto en los yacimientos de calizas cristalinas y esquistos filíticos en el Este del país. Acaso existe,—algo más hacia al Oeste,—una zona análoga; sin embargo no se la conoce sino por sus miembros terminales (Cerro Calera, Departamento de Rivera, y Nueva Helvecia, Departamento de Colonia). El yacimiento de caliza, mencionado en *15*, p. 17, en el campo de la Estancia Buena Vista del señor O. CARVALHO, no forma parte del Fundamento cristalino sino de la Formación de Gondwana. Donde mejor se manifiesta el rumbo NNE es en las partes meridionales del Departamento de Maldonado, entre los Arroyos de Pan de Azúcar y Garzón, lo que se expresa también en la morfología de estas partes. Esta zona se continúa al Norte de la Sierra de Çarapé en el sistema fluvial del Arroyo Aiguá y Río Cebollatí.

Los esquistos cristalinos forman tres grupos. El primero comprende los gneis, gneis cuarcíticos, cuarcitas y cuarcitas filíticas. El segundo está constituído por anfibolitas, hornblendesquistos y coloritoesquistos, es decir, rocas que pueden estudiarse ya en los alrededores de Montevideo. Ocupa gran extensión el tercer grupo: micaesquistos, filitas y calizas cristalinas. Los yacimientos de esta subdivisión ganan hacia el Este el Departamento de Rocha, donde afloran, como por ejemplo en el Cabo Santa María. La filita, en estado descompuesto, en ocasiones es rica en hierro ocráceo, siendo explotado este producto desde un tiempo a esta parte, en el Departamento de Minas, por ejemplo. El enlace entre la filita y el mármol es muy característico; encuéntrase un yacimiento de mármoles grises y blancos,—que en *15* no figura en la lámina 15,—en el lado Oeste de la laguna del Sauce (Departamento de Maldonado). La ubicación de este yacimiento sería

muy favorable para el aprovechamiento económico de esta roca.

Las serpentinas y talcoesquistos constituyen miembros de las calizas cristalinas de reducida dispersión horizontal y vertical. Junto con el yacimiento de talcoesquisto muy puro en el Departamento de Colonia (ampliamente descripto en *15*) deben mencionarse, aunque desmereciendo en valor técnico, otros yacimientos en los Departamentos de Minas y Maldonado, cuyo origen en parte difiere del de los esquistos de Colonia.

Al igual del estudio de los esquistos cristalinos también el de las rocas eruptivas está sumamente obstaculizado por el reducido número de preparaciones microscópicas de que dispongo, así como por la escasez mayor aún de análisis químicos. La colección de rocas uruguayas, obsequiada al Instituto por el doctor ALEJANDRO GALLINAL ya en el año 1908 y recogida de manera competente por el malogrado Sr. ADOLFO FLOSSDORF, antes Preparador de la División de Geología del Ministerio de Agricultura de la República Argentina, aún carece de clasificación y colocación sistemática. Debo hacer notar que es imposible realizar esta tarea sin practicar los respectivos análisis microscópico y químico. Para verificar este último trabajo mi sección dispuso en años anteriores de un ayudante con instrucción química.

Las antiguas rocas eruptivas del país pertenecen a las dos grandes familias de rocas: las llamadas pacífica y atlántica. También se encuentran formas de transición. De ambas, sin embargo, no se hallan sino los miembros más ácidos de facies tanto intrusiva como efusiva, no obstante lo cual los muy profusos productos de diferenciación melanócrata alcanzan un alto grado de basicidad. De las rocas efusivas, pertenecientes verosímilmente al grupo calcáreo-alcalineo llamo la atención sobre la gran extensión,—ignorada aún al publicar *15*,— de mantos porfídicos en la parte Norte del Departamento de Maldonado y regiones vecinas de los Departamentos de Minas y Rocha.

Respecto del único representante hasta hoy conocido (*15*, p. 59) del grupo de las rocas alcalinas en el Norte del país (Cerro Blanco, Departamento de Rivera) diré que constituye una roca intrusiva que debe calificarse de granito riebeckítico y no de aplita. El estudio de las rocas atlánticas lamprofídicas filoniformes dió resultados interesantes que, sin embargo, aquí no se tratarán por ser de interés meramente petrográfico.

El cuadro sinóptico de las rocas eruptivas (*15*, Anexo II), se ajustó con buena razón a la nomenclatura que, entre otras, rije en Alemania, Escandinavia, Inglaterra y Norte América. Algunos complementos y rectificaciones podrán agregarse del modo que sigue.

Las «Rocas intrusivas y filoniformes» (ROSENBUSCH) pueden reunirse bajo la denominación de «Rocas plutónicas», agregando a la de «Rocas efusivas» el término «volcánicas». El magma de las últimas no se solidificó solamente «en la superficie» sino también cerca de la misma. Para la serie calcáreo-alcalina, en rocas de formación tipo, rige la relación: % Mol. $Al_2O_3$ más grande que $K_2O + Na_2O$, mientras que para la serie alcalina la relación es: % Mol. $Al_2O_3$ más pequeño hasta igual que $K_2O + Na_2O$.

La distinción de rocas efusivas paleovolcánicas y neovolcánicas que, l.c., ya se hizo con alguna reserva (ambas calificaciones mencionadas aparecen entre comillas) debe abandonarse completamente, teniendo en cuenta la clasificación de las rocas eruptivas establecida por J. E. HIBSCH (*5*). El grupo de las rocas holocristalino-porfídicas granitofídicas, vecinas de las rocas plutónicas, se denomina ventajosamente «Pórfidos plutónicos», el de las «Rocas de diferenciación», directamente «Esquizolitas filoniformes», debiendo asignarse rocas como la «Anortosita y Titanomagnetita» como «Esquizolitas plutónicas».

Tocante a las diferentes rocas tengo que agregar lo siguiente. Los cuarzófidos granofídicos se llaman también

micropegmatíticos; los felsofídicos son más o menos idénticos a los microfelsíticos. En pos del grupo de las Sienitas eleolíticas y leucíticas, características de la estructura petrográfica de ciertas partes del Brasil, debe ponerse en paréntesis «Foyaita». Como equivalente efusivo de los magmas álcali-dioríticos ha de introducirse la «Traquiandesita (Cantalita)». Debe darse la preferencia al término de «Traquibasalto» frente al del «Traquidolerita» La serie encabezada por este tipo se señala hasta la augita con el nombre de «basaltos alcalinos», de modo que el límite entre la basanita y nefelinita ha de suprimirse. El Pórfido larviquítico es idéntico al «Rhombenporphyr» de L. von Buch. Debe hacerse notar que con este término se califican también los equivalentes sienitofídicos. Para finalizar observo que hay también picritas alcalinas y que la monzonita así como la essexita están acompañadas por rocas de facies efusiva. Los estudios petrográficos, tan descuidados en el Uruguay, tienen un alto interés científico a la par que práctico.

Concluyendo este capítulo llamo la atención del lector sobre los variados productos de descomposición arcillosos y pelíticos de los esquistos cristalinos y rocas eruptivas feldespatíferas que se encuentran en muchos lugares. El estudio geológico y químico de estos productos es de gran importancia para la implantación de nuevas industrias, la cerámica, por ejemplo. Pero mientras no se verifique la exploración geológica sistemática del país,—como la propuse calificándola de indispensable en ocasión de la fundación del Instituto de Geología,—la explotación de los yacimientos de arcilla y muchos otros de significado económico entra, en lo esencial, en la categoría de las especulaciones.

## 2) LA FORMACIÓN DE GONDWANA

El nombre de esta Formación es debido a E. Suess, el conocido geólogo austriaco, fallecido hace pocos años, y

se refiere a la parte Norte de la Meseta del Dekan entre el Ganges y Godawari (India Peninsular). El reconocimiento geológico de las rocas que encuadran aquí y su posición adquirieron recientemente un alto interés práctico en el Uruguay, motivado por la esperanza de hallar mediante perforaciones estratos carbonosos a la manera de los que afloran ya algo más al Norte en Río Grande, donde son explotables. Mi juicio acerca de la perspectiva de encontrar los supuestos yacimientos y, en caso afirmativo, de su valor técnico está expuesto en *15*, pág. 95, nota y *19*. Es altamente significativo que la opinión más difundida en el país respecto del carbón está en que este producto existe infaliblemente y que sólo falta buscarlo (véase el respectivo artículo en «El Día» de fecha 9 de Septiembre de 1920).

Las perforaciones que,— me complazco en expresarlo,— se ejecutarán en gran parte por el sistema rotativo, seguramente son de gran utilidad para la exploración científica geológica del país. Practicadas hasta alcanzar el Fundamento cristalino nos informarían sobre la potencia máxima de la Formación y, — como es de esperar,— nos enseñarían hasta donde la serie de estratos se continúa hacia abajo. Hasta el presente este punto queda sin aclarar y no se sabe, si los sedimentos, — en parte groseramente clásticos, en parte de grano muy fino, sorprendentemente bien estratificados y caracterizados por «ripplemarks» y huellas de reptación (Kriechspuren), — que aparecen en la margen de la Formación entre el Cerro Malbajar (Departamento de Durazno), el Fraile Muerto curso superior (*15*, pág. 82) y, como puedo agregar ahora, la falda Oeste del Cerro Largo, repito, si estos sedimentos son de la edad de la Arenisca de Palermo o de los Estratos de Río Bonito o si acaso correspondan a los Estratos de Itararé de EUZEBIO PAULO DE OLIVEIRA (*9*). Lo último parece indicarlo la notable potencia que la Formación alcanza en la perforación de Melo (*19*). Está en marcada oposición con el adelgazamiento de los estratos

en la margen Sud. Para ilustrar la sucesión de los estratos transcribimos el perfil de la zona que es clásico para la investigación de la Formación: el del Estado brasileño de Paraná y regiones vecinas *(9,* pág. 11):

*Terreno Triásico*

9. Rocas eruptivas de Serra Geral . . . . . 600 m.
8. Arenisca de Botucatú . . . . . . . . . 200 »

*Terreno Permiano*

Serie de Rio do Rasto

7. Areniscas y esquistos variados con flora de Glossopteris, árboles petrificados, lamelibranquios y reptiles . . . . . . . . . . 100 »

Serie de Passa Dois

6. Caliza de Rocinha . . . . . . . . . . 3 »
5. Grupo de Estrada Nova (esquistos y areniscas cenicientas y variadas concreciones de sílice, conchas silificadas, maderas petrificadas 150 »
4. Grupo de Iraty (esquistos negros y calizas arcillosas con reptiles . . . . . . . . . . 70 »

Serie de Tubarão

3. Grupo de Palermo (esquistos y areniscas) . 90 »
2. Grupo de Río Bonito (carbón, flora de Glossopteris, areniscas y esquistos) . . . . . 180 »

Serie de Itararé

1. Sedimentos conglomeráticos, arenosos y arcillosos, muchos con los caracteres de depósitos glaciales (Fauna marina) . . . . . . 350 »

Es de gran interés la investigación de los fósiles marinos, procedentes de los Estratos de Río do Rasto, practicada por K. HOLDHAUS *(6* y *7),* Hasta hoy, en lo que al Uruguay se refiere, la aparición de estos sedimentos, perte-

necientes a los límites entre el Pérmico y el Triásico, está poco aclarada, razón por la cual la línea divisoria, trazada en *15,* lám. 15, entre los Estratos de Tubarão y Passa Dois en el Este del país y los de São Bento en el Oeste, muestra aún alguna incertidumbre. Esta falta en parte ha sido corregida ahora, comprobándose con seguridad el horizonte de Río do Rasto en muchos puntos ( véase más adelante ). También la limitación de la isla de Fundamento cristalino en el Departamento de Rivera *(15,* pág. 72 ) se ha establecido en el detalle con mayor precisión.

En lo que respecta a la clasificación petrográfica de las rocas secundarias que en *15,* Anexo III, introduce el capítulo referente a la Estratigrafía de la Formación de Gondwana han de agregarse los tres términos conocidos de: Psefitas ( escombro hasta casquijo ), Psamitas ( grava, arena ) y Pelitas. Siguiendo una reciente proposición del que suscribe ( 18 ) puede subdividirse el último grupo como sigue:

*Pelitas*

| | | |
|---|---|---|
| Pelita . . . . . | Pelita pizarrosa . . | Pelodita |
| Arcilla . . . . . | Arcilla pizarrosa. . | |
| Pelita calcárea . . | Marga. | |
| Loes. . . . . . | Loesita. | |

El concepto de grauvaquesquisto se mantendrá como el de un miembro de transición hacia la grauvaca, así como el loes, en su calidad de roca arenosa, se inclina del lado de las psamitas.

## a. Estratos de Tubarão y Passa Dois

El yacimiento de carbón más meridional que aflora en el Brasil, mencionado ya por C. GUILLEMAIN, se encuentra como yo mismo me cercioré *(15,* pág. 92) en el valle del Río Jaguarão cerca de la Estancia Bõa Vista. Aproxi-

madamente a la misma latitud geográfica se hallan, según E. P. de Oliveira *(9,* pág. 24) capas carboníferas NE de Herval entre este punto y la línea férrea a Pelotas. Queda por resolver si no se trata de una equivocación con esquistos bituminosos de Iraty, máxime cuando los expresados puntos no han sido visitados personalmente por el investigador ya nombrado. Ha de notarse también la indicación de este autor de que, contrariamente al dato de I. White, no aparecen elementos sedimentarios de la Formación de Gondwana en el Jaguarão inferior, hecho que ya se deduce del curso de la línea divisoria entre ésta y el Fundamento cristalino en el Uruguay. J. C. Branner, en el mapa que acompaña su trabajo de tanta importancia para la geología del Brasil, registró el presunto yacimiento de Gondwana, comprobando erróneamente la Formación carbonífera en el Jaguarão superior.

Debe hacerse notar que en contraste con los Estratos de Tubarão la extensión horizontal de los de Passa Dois es muy notable en el Uruguay. Ocupan un área que, en líneas groseras, comprende la parte N. del Departamento de Cerro Largo y la región entre la isla cristalina del Departamento de Rivera y la frontera brasileña a partir de la margen Sud de la zona cristalina hasta la parte más septentrional del Departamento de Durazno, donde, siguiendo el curso del Río Negro, se comunica con los mencionados yacimientos de Cerro Largo. La relación de los estratos con los Esquistos de Iraty del yaciente se nos manifiesta por los yacimientos en el Norte del Departamento de Cerro Largo, mientras que al estudiar la transición al pendiente deben tenerse en cuenta los afloramientos en el Cerro Calera (Departamento de Rivera). Los Estratos de Río do Rasto que aparecen aquí, y su comprobación en dirección al Sud, — la que se mencionó ya más arriba, — me hicieron reconocer, entre otro, que las areniscas bien estratificadas del Valle del A. Malo cerca de Curtina (*15,* pág. 83), de la Cuchilla de los Once Cerros y de los Tres Cerros asi como sus alrededores

(*15,* pág. 111) pertenecen con seguridad al pendiente de los Estratos de Estrada Nova y en gran parte ya de los de Río do Rasto. Datos más concretos se darán en el trabajo citado en las líneas iniciales y asimismo serán ampliamente tratados el problema de la silificación y nuevos e interesantes yacimientos de «costra de cataractos» (Kataraktrinde), barniz desértico y parecidos fenómenos.

### b. Estratos de Río do Rasto y São Bento

Como sucede en el Brasil, también aquí los estratos primeramente nombrados se caracterizan por sus tintes motados, jaspeados de amarillento blanco y rojo parduzco como también por la flojedad de su grano. De ahí que se producen vastos arenales y un suelo muy arenoso y pobre en arcilla y cal (región de Tacuarembó y Rivera). Estos caracteres agrológicos están en fuerte contraste con los que resultan del material rocoso de los Estratos de Estrada Nova e igualmente del miembro más reciente de toda la Formación, eso es las Eruptivas de Serra Geral. La transición de la Arenisca de Botucatú (GONZAGA DE CAMPOS, llamada más adelante, por I. WHITE, Arenisca de São Bento) la forman areniscas de estratificación sorprendentemente oblicua. Una buena reproducción de esta «Delta structure» (?) da L. M. MIGONE (*8,* pág. 563) de la Cuchilla de Cuñapirú entre la localidad del mismo nombre y la ciudad de Rivera. En el perfil del Cerro Miriñaque (*15,* pág. 112) esta arenisca diagonal forma parte del horizonte 3). No deja de parecer extraño y exige mayores estudios el hecho de que al Oeste de Tacuarembó, casi inmediatamente encima de estos bancos, siguen los mantos de las Eruptivas de Serra Geral. Es probable que una fuerte denudación de los sedimentos haya precedido la efusión de los primeros.

## 3) EL NEOZOICO

El trabajo del que se habló al iniciarse estas líneas será acompañado por un amplio cuadro sinóptico de los terrenos neozoicos del país donde se enseñará su subdivisión en dos grupos de facies diferente (marina y éolo-fluvial-límnica). Mi opinión actual, contraria a la expresada en *15* ya está parcialmente indicada en *19*. Se funda en que los estratos en la Punta Gorda y partes vecinas del Departamento de Colonia, que se encuentran en la vecindad del Río de la Plata más hacia la profundidad, son efectivamente los más antiguos y que los bancos situados hacia la altura, junto al Arroyo de las Víboras (*15,* pág. 141) y camino de Colonia a Conchillas presentan la transgresión marina más moderna, superada en edad sólo por los bancos desde neodiluviales hasta eoaluviales de la Punta de Carretas (*15,* pág. 155; *19,* pág. 38). Un segundo e importante impulso para la nueva interpretación de la estratigrafía del Neozoico es la consecuencia del último viaje de estudio por el Departamento de Río Negro. En esta ocasión se comprobaron extensos yacimientos de arcilla yesífera [1] a la manera de los que se encuentran también en otras partes del país. Por lo cual quedaron manifiestas interesantes relaciones con los Terrenos neoterciarios, descriptos por D'ORBIGNY de la Provincia argentina de Corrientes, terrenos éstos, cuyo estudio quedó muy en olvido durante largos años. Modernamente se dedicaron a él G. BONARELLI y J. J. NÁGERA, R. STAPPENBECK *(14)* y S. ROTH. He aquí como los dos investigadores nombrados en segundo lugar interpretan la clasificación de los estratos, dada por D'ORBIGNY:

(1) Debo a la deferencia del señor RICARDO MENDOZA haber llamado mi atención sobre este producto.

| | | **Corrientes** | **Entre Ríos** | |
|---|---|---|---|---|
| | | Facies correntina o Tertiaire guaranien de d'Orb. | Facies entrerriana o Tertiaire patagonien de d'Orb. | |
| Mesopotámico | Superior (Horizonte arcilloso) | C<br>Arcilla yesífera con nudos de yeso (sin fósiles) | G<br>Arcilla gris con nidos de yeso fibroso o laminar | J<br>Arenisca cuarzosa |
| | Medio (Horizonte calcáreo) | B<br>Caliza con hierro hidratado, caliza arcillosa llena de riñones de hierro hidratado (sin fósiles) | F<br>Caliza celular con yeso y arcilla | I<br>Caliza y arenisca con *Ostrea Alvarezii. Venus Münsteri, Arca Bonplandiana* d'Orb., *Cardium platense* d'Orb., *Pecten Darwinianus y paranensis* |
| | Inferior (Horizonte arenoso) | A<br>Arenisca ferruginosa a menudo llena de riñones de óxido e hidrato de hierro con sardónicas bien cinteadas (sin fósiles) | E<br>Arenisca fina rojiza sin fósiles | |
| | | a<br>Arcilla muy fina | E<br>Arenisca con huesos, madera petrificada y *Toxodon paranensis* | H<br>Arenisca blanquecina con *Ostrea patagonica* d'Orb. |
| | | A<br>Arenisca ferruginosa con sardónicas y hierro hidratado | D<br>Arenisca marina coloreada por el hierro, con Ostras, Venus, etc. | |

La dificultad en subdividir los sedmientos desde los miocenos a los eopliocenos del país y des epararlos de los más modernos es la consecuencia de que varias series de formaciones de diferentes facies no sólo existen una al lado de otra, sino que en ocasión también se substituyen. Es el mismo caso de que un sedimento, aunque se encuentre en el pendiente inmediato de otro no lo siga directamente en edad sino es esencialmente más moderno. La aparición de tales hiatos es cosa corriente en los terrenos más antiguos; sin embargo uno está inclinado a olvidarlo o menospreciarlo tratándose de productos rocosos más recientes y, en la mayoría de casos, más flojos.

La subdivisión de nuestro Neozoico no puede efectuarse sino a base de muchas observaciones detalladas y esto sobre todo en los departamentos adyacentes al Río Uruguay. No es imposible que mediante tales estudios,—que podrían ser ventajosamente apoyados por perforaciones,—se manifestara la presencia de horizontes geológicamente más antiguos (¿Terreno cretáceo?), como lo supuso ya S. ROTH. Sin embargo debo hacer resaltar que los datos del geólogo argentino han de considerarse como meras suposiciones. El estudio de los estratos neozoicos en la Argentina ofrece alto interés práctico por la razón de que encierran los horizontes petrolíferos de vastas partes de la República vecina.

Debe tenerse en cuenta, además, la aparición de estratos yesíferos al discutir el problema de las formaciones lateríticas del pasado geológico (*15*, pág. 150).

A continuacion van los datos que han de complementar las indicaciones respecto de la práctica de análisis de suelos mecánico y químico. Al indicar la procedencia de un espécimen de suelo es indispensable señalar el horizonte geológico a que corresponde. En caso contrario es imposible controlar el análisis y hasta hacer uso científico de él. J. PUIG Y NATTINO publicó el resultado de un notable número de análisis, practicados en el Laboratorio de la Sección Química de la Estación Experimental de Agronomía *(11* y *12)*. Prescindiendo del hecho de que en gran parte son incompletos (lo que entre otro ha sido motivado con que «el dosaje del potasio es relativamente largo»!) y que en muchos casos se califica la reacción de «ácida»,—lo que no es verosimil,—faltan todos los datos acerca de la posición geológica del respectivo suelo. El autor se limita dar algunas vagas explicaciones geológicas en los comienzos de su publicación. Claro está que la «formación de los terrenos muy variada« que deriva de la «constitución geológica muy variada de nuestra República» *(11,* pág. 5) exige que en primera línea sea indicado si el respectivo suelo es

de naturaleza alóctona o autóctona. Cuando se señala además la ubicación de la muestra de suelo con la mayor precisión posible, — lo que es siempre necesario [1] — el geólogo en muchos casos puede deducir ya la especie de suelo de que se trata. La investigación agrológica del suelo sin base geológica es un absurdo.

En *15,* pág. 157, se ha aconsejado mucho tener en cuenta el substratum rocoso de un suelo. Para citar un ejemplo de la urgencia de este consejo, — si es que los análisis no quieren perder desde luego todo valor científico, — llámase la atención sobre la publicación de A. AGUIRRE ARREGUI [2]. Los análisis, enumerados según departamentos y, desgraciadamente, muchos de ellos incompletos, presentan en parte un contenido sorprendente por lo alto en CaO. Este último, en análisis del Campo Mendisco en Paysandú (¿dónde?) sobrepasa en el subsuelo los 200 o/oo, hecho que debiera ser explicado. Es probable que se haya utilizado para el análisis nada más que la roca en estado de descomposición. Ha de sorprender que en los últimos análisis, procedentes de los Departamentos de Río Negro, Soriano y Colonia, el contenido en CaO dista mucho de alcanzar el de los análisis de Paysandú.

Llamativo es, además, el hecho de que los suelos de Salto, l. c., ofrezcan un contenido tan limitado en ácido fosfórico, lo que hace pensar que no estamos en presencia de suelos melafídicos autóctonos, pero sí alóctonos de edad neozoica. Es posible que una determinación más exacta del lugar donde se recogió el espécimen de suelo,— lo mejor es un croquis de escala no muy reducida, — lo hubiera aclarado.

Si se apreciarían más las relaciones íntimas que rigen entre la estructura geológica de un suelo y su composi-

(1) Esto, a su vez, exige buenos mapas, es decir el elemento que atestigua la evolución cultural de un país (*15.* pág. 5).

(2) Considero un progreso que J. P. BARRIOLA *(3)* relacione la diferencia de composición física y química de los suelos con su diferente posición en la cronología geológica. Es natural que — haciéndolo — no debe cometerse el error de los agrólogos de tiempos anteriores que clasificaron los suelos según su edad geológica.

ción química, no hubiera sido posible hablar, — como sucedió hace poco en una tesis *(2)* — del «origen granítico de nuestro suelo» (¿en toda su extensión?).

## BIBLIOGRAFÍA

*1)* AGUIRRE ARREGUI, A. — Empleo económico de los abonos de las tierras del Uruguay. — Rev. Inst. Agr. II. Serie N.° 1, pag. 75; N.° 2, pág. 31, 1918.

*2)* AGUIRRE ARREGUI, A. — Nuestras tierras y su posible mejoramiento. — Rev. Asoc. Rural del U. Año 50, Montevideo 1921.

*3)* BARRIOLA, J. P. — Contrib. al estud. del probl. de los abonos dentro de la agric. urug. — Rev. Asoc. Rural del U. Año 50, N.° 2, pág. 121, Montev. 1921.

*4)* BRANNER, J. C. — Outlines of the Geol. of Braz. to accomp. the geol. map of Brazil. — Bull. of the Geol. Soc. of. Am. 30, 1918, pág. 189.

*5)* HIBSCH, J. E. — Über Trachydolerite (H. ROSENBUSCH). — Tscherm. Min. Petr. Mitt. 33, pág. 496, Viena 1915.

*6)* HOLDHAUS, K. — Sobre alguns Lamellibr. fosseis do Sul do Brazil. — Monogr. do Serv. geol. e mineral do Bras. Vol. II, Rio de Jan. 1919. Anexo: E. P. DE OLIVEIRA. Posicão estrat. dos lam. descript. na mem. do Prof. HOLDHAUS.

*7)* HOLDHAUS, K. — Idem. Extracto (JAWORSKI). — Geol. Zentralbl. 25, 1920, pág. 463, Nr. 397.

*8)* MIGONE, L. M. — Importancia de los estud. geol. nac. considerados desde el punto de vista agron. — Rev. Asoc. Rural del U. Año 49, N.° 8, pág. 560, Montevideo 1920.

*9)* OLIVEIRA, O. P. DE — Regiões carboniferas dos Estados do Sul. — Minist. de Agric. Ind. e Comm., Rio de Janeiro 1918.

*10)* OLIVEIRA, O. P. DE — Véase HOLDHAUS.

*11)* PUIG Y NATINO, J. — Las Tierras del Uruguay. — Min. de Ind. Insp. N. de Gan. y Agric., Bol. 6, Montev. 1913.

*12)* PUIG Y NATINO, J. — Las tierras agric. y su constit. — Rev. Minist. Indust. Año 4, N.° 20, 1916, pág. 58.

*13)* ROTH, S. — Investigaciones geológicas en la llanura pampeana. — Rev. Mus. La Plata 25, 1920, pág. 135. Con un estudio petroquímico del Loes pampeano por el Dr. FEDERICO BADE.

*14*) STAPPENBECK, R. —Resul. geol. de alg. perfor. hechas en las Prov. orient. de la Rep. Argent. —Bol. del Min. de Agric. 16. 1913, pág. 511.

*15*) WALTHER, K. —Lineas fund. de la estruct. geol. de la Rep. O. del Uruguay.— Rev. Inst. Agr. II Serie, N.° 3, 1918, Montev. 1919.

*16*) WALTHER, K. —Ideas generales sobre la Geol. del Uruguay.— Rev. Asoc. Rural del U. Año 49, N°. 11, pág. 925. Montevideo 1920.

*17*) WALTHER, K. —Informe sobre yacimientos de ágata. —Rev. Min. Ind. Año 8, Sept. 1920, N.° 53. pág. 225.

*18*) WALTHER, K. —Z. Definit.d.Begriffe Grauw., Arkose, Ton u. Tonschiefer. —Geol. Rundsch.11, 1921, pág. 355.

*19*) WALTHER, K.— Estudio sobre el estado actual de la investigación geológica de la República Oriental del Uruguay. —Estos Anales 1921, pág. 1.